UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CAMILA MENEZES RODRIGUES DA SILVA

MATÉRIA ORGÂNICA E QUALIDADE DO SOLO EM PASTAGEM SUBMETIDA A ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NO CERRADO

RONDONÓPOLIS - MT
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CAMILA MENEZES RODRIGUES DA SILVA

MATÉRIA ORGÂNICA E QUALIDADE DO SOLO EM PASTAGEM SUBMETIDA A ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NO CERRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Rondonópolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza
Co-orieentador: Prof. Dr. Leandro Pereira Pacheco

RONDONÓPOLIS - MT
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

S586m Silva, Camila Menezes Rodrigues da Silva.
Matéria orgânica e qualidade do solo em pastagem submetida a adubação com cama aviária no cerrado / Camila Menezes Rodrigues da Silva Silva. -- 2017
75 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Edicarlos Damacena de Souza.
Co-orientador: Leandro Pereira Pacheco.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Adubação orgânica;. 2. Biomassa microbiana;. 3. Contribuição relativa.. I. Título.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUACÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 6 - Sagrada Família, - Cep: 78735-90 -Rondonópolis/MT
Tel : (66) 3410-4063 - Email : spgeagri@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "QUALIDADE DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NO CERRADO"

AUTOR : Mestranda Camila Menezes Rodrigues da Silva

Dissertação defendida e aprovada em 17/02/2017.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor Edicarlos Damacena de Souza
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor Leandro Pereira Pacheco
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor Marco Aurélio Carbone Carneiro
Instituição : Universidade Federal de Lavras

Examinador Suplente Doutora FRANCINE DAMIAN DA SILVA
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

RONDONÓPOLIS,17/02/2017.

A minha amada Família, que mesmo diante das adversidades da vida, nunca me deixou desamparada, e sempre estava de alguma maneira ajudando e contribuindo para minha formação. Ao meu querido esposo João Paulo, que apesar das atribulações, sempre me apoiou e incentivou, com todo amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois é o realizador de sonhos, nosso PAI que nos ilumina e protege. Todas as coisas só acontecem se for dos planos de Deus.

A UFMT pela oportunidade de ter cursado o Mestrado em Engenharia Agrícola.

Ao meu querido Professor Orientador Edicarlos por toda paciência, dedicação, ensinamentos, e que mesmo diante dos obstáculos permaneceu em confiança no transcorrer da minha orientação. Agradeço também pelos conselhos, tanto profissional, quanto pessoal, que tenho certeza que levarei pelo resto da vida.

Ao meu co-orientador Professor Leandro, pelas contribuições, ensinamentos e paciência, durante esses dois anos de curso.

Ao professor Diego Oliveira Ribeiro e sua família pela concessão da área experimental e suporte.

Ao Professor Dr. Rodrigo Pereira Junqueira pela ajuda nas análises estatísticas do trabalho.

Ao grupo GPISI o qual sou eterna integrante, agradeço a todos que me ajudaram a concluir meu trabalho de pesquisa, em especial ao Leonardo, Juliana, Jaqueline, Déricky, Gustavo, Bruna, Beatriz, Gleidson, Ícaro, Gabriela, Drielli, Jhonattan, Bruna Lima, Melissa, Ana Paula e Tatiane. Pois se dedicaram em me ajudar na realização de mais de mil análises laboratoriais.

A UFLA pela oportunidade de cursar uma disciplina Sanduwich, juntamente com o departamento de Ciência do Solo, por todo apoio e ensinamentos que recebi de todos. Em especial ao Professor Marco Aurélio e família que me acolheu e que, com toda disposição e paciência, contribuiu imensamente para o meu trabalho, com seu vasto conhecimento. E também a Graciele, o César, a Flávia e a Aline que me ampararam e ajudaram no período que permaneci em Lavras/MG.

Aos meus colegas de pós-graduação: Milly, Carina, Marcos, William, Hamilton, Ellen, Adriano, Zie e Pablo, que tornaram os dias mais agradáveis e divertidos, além de toda ajuda que sempre um se dispunha ao outro. E em especial minha “hermana” Andressa, por ter sido uma grande companheira, amiga, sempre disposta a ajudar seja como fosse. Uma irmã de verdade, a qual tive a felicidade de conhecer, conviver e contar para todas as horas.

Aos demais colegas de sala, José Roberto, Ícaro, Vinicius, Maria Débora, Thiago, William e Alessana, pelas contribuições e momentos de descontração.

Aos demais professores do programa, das disciplinas as quais cursei. E em especial ao Professor Tony José Araújo da Silva, pela dedicação com a pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela paciência, pelos conselhos e momentos de descontração.

Aos técnicos de laboratório da instituição: Lucimar, Elias, Agnaldo, Milene e Simone, os quais ajudaram na utilização dos recursos, somando e contribuindo para a conclusão do trabalho de pesquisa. E ao curso de Zootecnia que cedeu o laboratório de bromatologia, disponibilizando o espaço e recursos, que mesmo diante das dificuldades sempre esteve de portas abertas.

Aos meus parentes e amigos que de certa forma me ajudaram, apoiaram, ampararam e incentivaram, em especial minha prima e comadre Pollyana, meu tio Delcy e sua esposa Andréa, minha madrinha Cida e padrinho Osmar e minha amiga Keylla.

Aos meus pais, Fátima e Walter, e meu irmão Alessandro, por todos momentos de incentivo, apoio e otimismo. Por terem abrido mão de muitas coisas para a minha formação profissional. Amo muito vocês!

E finalmente ao meu esposo João Paulo, pela paciência, incentivo, apoio financeiro, pelo carinho e amor. Por não ter me deixado desistir nos momentos de fraqueza e aflição. Te amo meu amor!

“Nunca saberemos o quão forte somos, até que ser forte seja a única escolha”.

“Autor desconhecido”

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS **9**
LISTA DE TABELAS **10**
RESUMO **11**
ABSTRACT **12**
1. INTRODUÇÃO **13**
2. REVISÃO DE LITERATURA **16**
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PASTAGEM 16
2.2 CAMA DE AVIÁRIO 17
2.3 QUALIDADE DO SOLO 18
2.3.1 ATRIBUTOS INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO 19
2.3.1.1 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E SUAS FRAÇÕES 20
2.3.1.2 BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO 23
2.4 ACÚMULO DE CARBONO E NITROGÊNIO NO SOLO 24
3. REFERÊNCIAS **26**
4. CAPÍTULO 1 – RETENÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO EM PASTAGEM ADUBADA COM CAMA DE AVIÁRIO **35**
4.1 INTRODUÇÃO 37
4.2 MATERIAL E MÉTODOS 39
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
4.4 CONCLUSÕES 47
4.5 REFERÊNCIAS 48
5. CAPÍTULO 2 – INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM PASTAGEM ADUBADA COM CAMA DE AVIÁRIO **54**
5.1 INTRODUÇÃO 56
5.2 MATERIAL E MÉTODOS 58
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 60
5.4 CONCLUSÕES 67
5.5 REFERÊNCIAS 68
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS **73**
ANEXO 1 - COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO DO EXPERIMENTO EM TODOS OS TRATAMENTOS, VISTA GERAL DO EXPERIMENTO **74**

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1. ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL E PARTICULADO DO SOLO NAS CAMADAS DE 0-0,2 E 0-1,0 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....41
FIGURA 2. ESTOQUES DE NITROGÊNIO TOTAL E PARTICULADO DO SOLO NAS CAMADAS DE 0-0,2 E 0-1,0 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....42
FIGURA 3. TAXA DE ACUMULO DE CARBONO NO SOLO NAS CAMADAS DE 0-0,2 E 0-1,0 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....45
FIGURA 4. TAXA DE ACUMULO DE NITROGÊNIO NO SOLO NAS CAMADAS DE 0-0,2 E 0-1,0 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....45

CAPÍTULO 2

FIGURA 5. CARBONO ORGÂNICO TOTAL E NITROGÊNIO TOTAL, NA CAMADA DE 0 A 0,1 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....61
FIGURA 6. CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO E NITROGÊNIO PARTICULADO DO SOLO, NA CAMADA DE 0 A 0,1 M EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....62
FIGURA 7. RELAÇÕES CARBONO ORGÂNICO TOTAL/NITROGÊNIO TOTAL E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO/NITROGÊNIO PARTICULADO DO SOLO, NA CAMADA DE 0 A 0,1 M, EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....66

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - ATRIBUTOS BIOQUÍMICOS DO SOLO, NA CAMADA DE 0 A 0,1 M, DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....63

TABELA 2 - CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS CARACTERES PARA DIVERSIDADE AVALIADA PELO CRITÉRIO DE SINGH (1981) EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO ADUBADO COM CAMA DE PERU.....63

RESUMO

MATÉRIA ORGÂNICA E QUALIDADE DO SOLO EM PASTAGEM SUBMETIDA A ADUBAÇÃO COM CAMA DE AVIÁRIO NO CERRADO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o acumulo de matéria orgânica e os atributos biológicos indicadores de qualidade do solo em pastagem submetida a adubação com cama de aviário. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distroférrico dividido em 16 piquetes de 0,5 ha cada com pasto de *Uroclhoa decumbens* em sistema de pastejo rotativo. O experimento consiste nas seguintes doses acumuladas de cama de peru e os respectivos anos de aplicação: T0 – testemunha sem aplicação; T1 - 26,32 Mg ha^{-1} (8,70 – 2008 + 7,32 – 2011 + 5,30 – 2012 + 5,00 – 2014); T2 – 43,15 Mg ha^{-1} (7,81 – 2008 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014); T3 – 57,6 Mg ha^{-1} (14,45 – 2008 + 7,81 – 2009 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014). Houveram incrementos nos teores e estoques de carbono orgânico total, nitrogênio total e particulado em função da aplicação de cama de peru. Diferentemente, o carbono orgânico particulado não sofreu influência dos tratamentos. A alta disponibilidade de N, fornecida pelo adubo, reduziu a relação COP/NP, porém não influenciou a relação COT/NT. A biomassa microbiana foi modificada diante das doses, alcançando pontos de máxima para o C-BM, quociente metabólico e microbiano no T2. A partir da segunda dose houve maiores taxas de acúmulo de C e N para a camada de 0-1m, comparada a camada de 0-0,2 m. Os atributos que mais contribuíram para monitoramento da qualidade do solo foram o C-BM, o quociente microbiano, o quociente metabólico e o COP. A aplicação sequencial de doses crescente da cama de peru foi eficiente em promover melhorias nos atributos químicos e bioquímicos do solo, com o aumento dos estoques e teores de C e N do solo e modificação da biomassa microbiana. As avaliações das taxas de retenção de matéria orgânica na camada de 0-0,2 m subestimam os resultados em relação à camada de 0,0-1,0 m. Os atributos que mais contribuíram com a qualidade do solo nesse sistema de manejo foram, carbono da biomassa microbiana, quociente microbiano e metabólico, carbono orgânico particulado. A aplicação de cama de peru promoveu incrementos nos teores e estoques de carbono e nitrogênio no solo, também influenciou positivamente a atividade da biomassa microbiana. Aumentou a taxa de retenção de carbono e nitrogênio ao longo do perfil do solo. Os atributos microbiológicos foram os que mais contribuíram para a melhoria da qualidade do solo.

Palavras-chave: adubação orgânica, estoques, taxa de acúmulo, biomassa microbiana, nutrientes, contribuição relativa

ABSTRACT

ORGANIC MATTER AND QUALITY OF SOIL IN PASTURE SUBMITTED TO FILLING WITH AVIARY BED IN THE CERRADO

The objective of the present study was to evaluate the accumulation of organic matter and the biological attributes of soil quality in pasture submitted to fertilization with aviary beds. The soil of the experimental area is a Distroferric Red Latosol divided into 16 paddocks of 0.5 ha each with Uroclhoa decumbens grass in a rotational grazing system. The experiment consists of the following accumulated doses of turkey bed and the respective years of application: T0 - control without application; T1 - 26.32 Mg ha-1 (8.70 - 2008 + 7.32 - 2011 + 5.30 - 2012 + 5.00 - 2014); T2 - 43.15 Mg ha-1 (7.81 - 2008 + 8.69 - 2010 + 7.89 - 2011 + 7.34 - 2012 + 5.71 - 2013 + 5.71 - 2014); 3 - 57.6 Mg ha-1 (14,45 - 2008 + 7,81 - 2009 + 8,69 - 2010 + 7,89 - 2011 + 7,34 - 2012 + 5,71 - 2013 + 5,71 - 2014). There were increases in the contents and stocks of total organic carbon, total nitrogen and particulate as a function of turkey bed application. Differently, the particulate organic carbon was not influenced by the treatments. The high N availability, provided by the fertilizer, reduced the COP / NP ratio, but did not influence the COT / NT ratio. The microbial biomass was modified before the doses, reaching maximum points for the C-BM, metabolic and microbial quotient in T2. From the second dose, there were higher C and N rent rates for the 0-1m layer compared to the 0-0.2m layer. The attributes that most contributed to soil quality monitoring were C-BM, the microbial quotient, the metabolic quotient and the POP. The sequential application of increasing doses of turkey litter was efficient in promoting improvements in the chemical and biochemical attributes of the soil, with the increase of the stocks and contents of soil C and N and modification of the microbial biomass. Evaluations of retention rates of organic matter in the 0-0.2 m layer underestimate the results in relation to the 0.0-1.0 m layer. The attributes that contributed most to the soil quality in this management system were: microbial biomass carbon, microbial and metabolic quotient, particulate organic carbon. The application of turkey litter promoted increases in soil carbon and nitrogen contents and also positively influenced the activity of microbial biomass. It increased the retention rate of carbon and nitrogen along the soil profile. The microbiological attributes contributed the most to the improvement of soil quality.

Key words: organic fertilization, stocks, acumulation rate, microbial biomass, nutrients, relative contribution

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agropecuários produzem vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, se corretamente manejados e utilizados, revertem-se em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo (KONZEN & ALVARENGA, 2006).

A utilização de dejetos de animais e a adoção do sistema plantio direto são práticas fundamentais para a sustentabilidade da produção agropecuária, já que ambas têm reflexos positivos tanto do ponto de vista sócio-econômico como ambiental. Enquanto o plantio direto contribui para a diminuição dos custos de produção e perdas de solo, água e nutrientes, o uso racional de dejetos minimiza os problemas ambientais inerentes à contaminação do meio ambiente, especialmente os gases de efeito estufa.

A região do Cerrado apresenta solos pouco férteis naturalmente, intemperizados e ácidos (LOSS et al., 2012) e que demandam elevadas doses de corretivos e fertilizantes, aumentando os custos de produção. Para reduzir os custos com insumos e aumentar a produtividade das culturas, nesta região tem-se buscado alternativas de manejo que possibilitem diminuir os impactos ambientais adversos, elevar a eficiência de adubação e aumentar a lucratividade (TEIXEIRA et al., 2012).

A utilização de compostos orgânicos, que são fontes de nutrientes, apresenta maior efeito residual no solo quando comparados com o uso de fertilizantes químicos, possibilitando a manutenção dos níveis produtivos por período mais longo. Além da possibilidade de dar um fim ambientalmente aceitável a esse dejeto, contribuindo para que o mesmo não seja disposto de forma inadequada, associando-se a outros processos de degradação.

Avaliar o processo de conservação e/ou recuperação do sistema de produção é imprescindível ao estabelecimento de estratégias efetivas nos resultados de sítios em produção, degradados ou não. Nesse contexto, a avaliação da qualidade so solo surge como uma importante alternativa, constantemente empregada. No entanto, assim como em outras áreas, o conceito de qualidade do solo é abstrato e definir os indicadores que a refletem é muito variável de acordo com cada sistema de manejo aplicado. Os critérios para a seleção de indicadores de qualidade do solo relacionam-se principalmente com a sua utilidade em definir os processos do ecossistema,

integrando propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além da sua sensibilidade ao manejo e às variações climáticas (DORAN, 1997). Nessa linha, a matéria orgânica do solo (MOS) encontra-se entre os principais atributos de avaliação, reconhecida como atributo chave da qualidade do solo.

O consenso em relação a MOS como principal indicador de qualidade do solo emana de dois fatos principais. Primeiro, o teor de MOS é muito sensível em relação às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais, onde, nos primeiros anos de cultivo, mais de 50% da MOS previamente acumulada pode ser perdida por diversos processos, entre esses, a decomposição microbiana e a erosão (GREENLAND et al., 1992; ANDREUX, 1996; PICCOLO, 1996). Segundo, a maioria dos atributos do solo e do ambiente relacionados às funções básicas do solo tem estreita relação com a MOS (DORAN, 1997), além de ser fonte de energia e nutrientes para a biota do solo.

A sustentabilidade de um sistema agrícola dificilmente poderá ser medida pelo acompanhamento, no tempo, de um único atributo (SYERS et al., 1995). Porém o teor de MOS é provavelmente, o atributo que melhor representa a qualidade do solo. O seu declínio no solo, ao longo do tempo, estará indicando algum erro do sistema de manejo adotado. A persistência no erro, inevitavelmente conduzirá a exploração agrícola a uma situação insustentável de ponto de vista econômico e ambiental.

Dessa forma, a pesquisa brasileira tem demonstrado interesse no potencial do uso desses dejetos como fertilizantes, pois são ricos em nutrientes, principalmente em N (PORT, 2003; BASSO, 2003), sendo promissores principalmente na recuperação de pastagens, além dos resultados nos atributos do solo. Contudo, devido à falta de critérios para a aplicação de doses agronômicas e ambientalmente adequadas, a utilização desses materiais tem sido feita de forma indiscriminada.

Este trabalho se justificou com base na importância econômica da produção de alimentos e nas grandes extensões de terras no país com pastagens degradadas, na falta de maiores informações sobre o impacto do uso de cama de aviário como adubo orgânico no cultivo, no solo e seu impacto ambiental. E no interesse do desenvolvimento de mais pesquisas, para que possa gerar conhecimentos científicos e tecnológicos que desenvolvam e promovam a produção de alimentos e conservação dos recursos naturais.

Dessa forma, objetivo deste estudo foi o de avaliar o acumulo de matéria orgânica e os atributos biológicos indicadores de qualidade do solo em pastagem submetida a adubação com cama de aviário.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de produção de pastagem

As pastagens cobrem cerca de dois terços de toda a área agricultável do globo terrestre. No Brasil, as pastagens ocupam cerca de 75% da área agrícola nacional, com aproximadamente 170 milhões de hectares, assumindo posição de destaque no cenário agrícola brasileiro. No entanto aproximadamente 30% dessas pastagens estão em algum processo de degradação (FAEP, 2015).

Apesar de ser uma área representativa, esse fato não reflete a excelência de produção, e na maior parte, as pastagens apresentam níveis de produtividade de forragem e produções animais baixos, reflexos de algum nível de degradação, resultante de manejo inadequado. A degradação da pastagem além da redução na produtividade, causa perda de matéria orgânica do solo, ou emissão de CO_2 para atmosfera, e consequentemente redução no sequestro do carbono na pastagem.

Segundo Silva et al. (2004), em geral, as pastagens brasileiras possuem histórico de manejo inadequado caracterizado por baixas adubações de estabelecimento e de manutenção, aliadas a altas taxas de lotação, condições que não contribuem para aumentar o acúmulo de C no solo.

O manejo adequado da pastagem visa otimizar: a produção da forrageira, a eficiência de uso da forragem, o desempenho animal, a produção animal por hectare e o retorno econômico. Por exemplo, o uso de adubação de fonte nitrogenada é fundamental na produtividade das pastagens e no estoque de matéria orgânica do solo.

Nessa linha, as práticas de manejo devem prover o bem-estar animal e preservar a qualidade do meio ambiente no ecossistema da pastagem. Dessa forma, técnicas de sistemas conservacionistas trouxeram grandes avanços na atividade agropecuária, a partir do mínimo revolvimento do solo e a manutenção da cobertura vegetal.

Porém, em regiões tropicais a taxa de decomposição dos resíduos orgânicos é mais acelerada quando comparado às regiões de clima temperado e determina o tempo de permanência desses resíduos na superfície do solo (TORRES et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2012). E assim podem contribuir para a diminuição, manutenção ou aumento da produtividade das culturas cultivadas sobre estes resíduos.

Então, alternativas de aliar adubação orgânica em pastagens torna-se uma vantagem em aumentar o aporte de matéria orgânica no solo e também melhorar os atributos do solo, principalmente quimicamente, causando efeito positivo na produtividade.

2.2 Cama de aviário

Nos últimos anos têm crescido o interesse pela utilização de materiais orgânicos subprodutos da exploração animal, tais como de aves, associados aos manejos conservacionistas do solo, visando controle da erosão, aumento de infiltração de água, fornecimento de nutrientes e aumento da produtividade das culturas.

Esses dejetos de origem animal são misturados a produtos de origem orgânica como palha de arroz, casca de amendoim, raspas de madeira ou maravalha, são materiais alternativos de origem vegetal para a produção da cama (Dos Santos, et al. 2000). A utilização desses tipos de resíduos orgânicos aplicados ao solo como adubos, tem reconhecido efeito sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (CALEGARI, 2000).

A influência dos adubos orgânicos, derivados de dejetos de animais, sobre a fertilidade do solo é atribuída principalmente à incorporação de nutrientes essenciais como N, P, K, Ca e Mg (CERETTA et al., 2010a; GUARDINI et al., 2012; LORENZI et al., 2013). Com isso, há melhoria no ambiente químico do solo para o cresimento de raízes, em função do aumento da saturação por bases e da redução da saturação por Al (LOURENZI et al., 2011; BRUNETTO et al., 2012). Melhorando as condições do solo para desenvolvimento das plantas há promoção de melhor produtividade e ainda a contribuição com maior quantidade de resíduos aportados na superfície do solo.

Os dejetos de animais, como de aves, são excelentes fontes de nutrientes, especialmente de N, e que de acordo com o manejo aplicado, podem suprir totalmente a necessidade da cultura, não havendo necessidade de fertilização química. Diante dos vários benefícios do uso racional desses resíduos orgânicos, torna-se uma alternativa viável de adubação do solo, além de serem considerados insumos de baixo custo, comparados com o dos fertilizantes químicos e de alto retorno econômico-ambiental para a agropecuária (MENEZES et al. 2002).

Ribeiro et al. (1999) destacam algumas vantagens do uso de adubação orgânica, como a cama de aviário: elevação da CTC em solos intemperizados ou arenosos, melhoria na agregação das partículas do solo, aumento da capacidade de retenção de água, aumento da disponibilidade de nutrientes por processos de mineralização e diminuição da fixação de fósforo no solo.

2.3 Qualidade do solo

O entendimento atual do conceito de qualidade de solo (QS) compreende o equilíbrio entre os condicionantes geológicos, hidrológicos, químicos, físicos e biológicos do solo (BRUGGEN & SEMENOV, 2000; SPOSITO & ZABEL, 2003). Esse termo, muitas vezes utilizado como sinônimo de saúde do solo refere-se à capacidade do solo sustentar a produtividade do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e animais e do próprio ser humano (DORAN et al., 1996; SPOSITO & ZABEL, 2003). Entender e conhecer a qualidade do solo possibilita manejá-lo de maneira sustentáve. Contudo, definir e, principalmente, qualificar e quantificar a qualidade de solo não é uma tarefa fácil. A dificuldade advém do fato de que a qualidade do solo depende de suas características intrínsecas, do uso e manejo, e de prioridades socioeconômicas e políticas (SANTOS & BAHIA FILHO, 1998).

Indicadores de qualidade de solo devem ser considerados como ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação de práticas de manejo utilizadas. As informações obtidas no monitoramento podem ser utilizadas na melhoria das recomendações conservacionistas. Segundo Vezzani & Mielniczuk (2009) a identificação ou a avaliação de um indicador de qualidade do solo, nos permite o planejamento de agroecossistemas complexos que privilegiem o cultivo diversificado de plantas. A complexidade dos ecossistemas é o que faz a diferença para o desempenho eficiente das funções do sistema solo, determinando sua qualidade ambiental, sendo que essa complexidade é alcançada pelo cultivo contínuo e diversificado de plantas.

Vários são os métodos utilizados para se avaliar a qualidade do solo, como os indicadores físicos, químicos e microbiológicos. Souza et al. (2014) avaliaram a qualidade do solo em sistema plantio direto e convencional, ambos a longo prazo, encontraram como principais atributos indicadores de qualidade, carbono e nitrogênio

da biomassa microbiana, estoque de carbono orgânico total e particulado e o diâmetro médio ponderado, no sistema plantio direto quando comparado ao convencional. Visto de maneira geral, todos os atributos do solo são importantes para a qualidade do mesmo, porém alguns possuem maior sensibilidade de acordo com o manejo desenvolvido. Como por exemplo, populações de microrganismos, ou, processos bioquímicos, são bioindicadores sensíveis de mudanças na qualidade do solo (MELLONI, 2007). Preferencialmente, os atributos do solo utilizados como indicadores de qualidade devem demonstrar claramente a perda de qualidade, e serem detectados antes que o processo se torne irreversível.

2.3.1 Atributos indicadores de qualidade do solo

Para Mielniczuk et al. (2003) uma questão essencial em relação à qualidade do solo é a identificação de indicadores que possam auxiliar na avaliação dos solos, na realização de estimativas de necessidades de pesquisa e de financiamentos, e julgamento das práticas de manejo utilizadas, a fim de monitorar as mudanças na sustentabilidade e na qualidade ambiental.

Segundo Doran & Parkin (1994) os indicadores de qualidade do solo devem cumprir os seguintes critérios:

- Abranger os processos do ecossistema e relacionar-se às modelagens orientadas por processos.
- Integrar processos e atributos físicos, químicos e biológicos.
- Ser acessíveis a diversos usuários e aplicáveis a condições de campo.
- Ser sensíveis a variações de manejo e clima, mas resistentes a flutuações em curto prazo.
- Se possível, devem fazer parte de bases de dados de solo já existentes.
- Sua determinação deve ser simples, acurada e de baixo custo.

Ao longo dos anos de pesquisas e discussões sobre qualidade do solo, basicamente surgiram três linhas de raciocínio, uma linha de atributos físicos, químicos e biológicos, outra idealiza a matéria orgânica do solo como melhor indicador, e a última avalia os processos no sistema solo-planta (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

Nesse sentido, se faz necessário a avaliação de alguns atributos do solo, que se sobressaem aos demais em resposta ao manejo aplicado no sistema de produção. E que esses atributos possam medir o nível de qualidade do solo, em relação a recuperação e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas, como a MOS (frações e biomassa microbiana).

Mielniczuk (2008) reafirma a importância da matéria orgânica como indicador da qualidade do solo assinalando que a maioria dos atributos do solo e do ambiente tem estreita relação com a matéria orgânica, destacando-se a estabilidade dos agregados e da estrutura, infiltração e retenção de água, resistência à erosão, atividade biológica, CTC, disponibilidade de nutrientes para as plantas, liberação de CO2 e outros gases para atmosfera.

2.3.1.1 Matéria orgânica do solo e suas frações

A MOS é composta basicamente por materiais de origem animal e vegetal, em estágios de decomposição variáveis, além de compostos exsudados pelo sistema radicular das plantas e produtos do metabolismo microbiano (SOUZA, 2008). Devido a sua complexidade a MOS tem sido alvo de muitos estudos para melhor entender seu comportamento em função do tempo e dos sistemas de manejo adotados (SOUZA et al., 2009).

Existem diversas forma pelas quais a MOS pode ser aportada, das quais se pode citar: acúmulo de restos vegetais sobre o solo após a colheita das culturas, pelas raízes das plantas, exsudatos e micorrizas, que irão se decompor, inicialmente pela ação da mesofauna do solo e, posteriormente, pela ação dos microrganismos (SOUZA, 2008). São processos que dependem grandemente das condições climáticas, como a umidade e temperatura, que influenciam na decomposição dos resíduos, sendo lenta ou acelerada.

No que diz respeito à qualidade, sabe-se que a MOS é uma mistura de frações orgânicas que diferem quanto à estrutura química, grau de decomposição, interação com minerais, proteção física e química à oxidação biológica (BALDOCK & SKJEMSTAD, 2000; SIX et al., 2001; CONCEIÇÃO, 2006).

A fração lábil é considerada como a porção mais sensível da matéria orgânica, e está relacionada à entrada no solo de compostos mais facilmente de componíveis,

encontrados nos resíduos das culturas (PORTUGAL et al., 2008; SOUZA et al., 2009; CONTE et al., 2011; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). São materiais que estão prontamente disponíveis para a decomposição microbiana, são susceptíveis, é formada por compostos orgânicos de baixo peso molecular, como biomoléculas e ácidos fúlvicos. Já a fração húmica possui elevado peso molecular e a presença de cadeias mais complexas, conferindo maior recalcitrância. É um material resultado da decomposição pelos microrganismos e que se encontra em um estado mais estável.

Então, alguns métodos foram desenvolvidos para elucidar os compartimentos da MO e assim melhorar o entendimento da sua dinâmica no solo. O fracionamento físico da MOS tem sido preferencialmente utilizado, tanto qualitativo como quantitativo, por apresentar a vantagem de ser menos agressivo à estrutura da matéria orgânica de que os métodos químicos (DIECKOW et al., 2005; SALTON, 2005; CONCEIÇÃO, 2006; SOUZA et al., 2006a; SOUZA et al., 2006b; BOENI, 2007; SOUZA et al., 2008), e na modelagem do carbono (MIELNICZUK et al., 2003; LEITE et al., 2004). Os métodos físicos podem ser densimétricos e granulométricos, ou a combinação de ambos (ROSCOE & MACHADO, 2002), permitindo a obtenção de frações lábeis (fração leve e particulada, respectivamente) e estáveis da MOS (pesada e associada aos minerais, respectivamente).

O fracionamento físico granulométrico baseia-se na separação de frações em função do tamanho de partículas, permitindo a separação de complexos organo-minerais secundários (COM-secundários), ou a separação de complexos organo-minerais primários (COM-primários), definidos em função das classes de tamanho: areia, silte e argila (ROSCOE & MACHADO, 2002). As frações tamanho areia + partículas orgânicas fazem parte do COM-secundários, são resíduos de deposição mais recente que compõe o a matéria orgânica particulada (MOP), sendo o compartimento lábil da MOS, já as frações tamanhos silte e argila possuem um material mais humificados e formam o COM-primários, sendo resíduos mais intemperizados.

Segundo Resck et al. (2008), a manutenção e estabilização do carbono no solo estão ligados a diversos fatores, tais como o clima, a quantidade e a qualidade de resíduos vegetais, textura do solo, atividade dos microrganismos, estrutura do solo, sistema de manejo adotado, adubação entre outros.

Leite et al. (2003) verificaram que a presença de adubação orgânica aumentou os estoques de C orgânico e N total em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação, o que a posiciona como uma estratégia de manejo importante para a conservação da qualidade do solo. A aplicação de compostos orgânicos constitui uma forma efetiva de reciclagem de nutrientes e retorno de C ao solo.

De acordo com Andreola et al. (2000), materiais orgânicos de baixa relação C/N promove inicialmente a ação dos microrganismos decompositores, que passam a decompor o material na fração lábil e também o C de baixa qualidade preexistente. Por outro lado, a maior parte do C contido no composto orgânico é mais estável e de difícil degradação, uma vez que parte dele encontra-se na fração humificada. Então, a aplicação sucessiva de compostos orgânicos no solo, incrementa paulatinamente o estoque de COT.

Em solos sob sistemas de manejo conservacionista, vários autores têm observado relação linear positiva entre o aporte de resíduos vegetais (BONO et al., 2008) ou outras fontes de C orgânico ao solo (NICOLOSO, 2009) e o incremento no estoque de C da camada arável (CHUNG et al., 2008). Incrementos no estoque de C em solos da Amazônia têm sido verificado na transformação de áreas de mata nativa em pastagens, em Latossolo Amarelo no município de Tailândia-PA (SOUZA BRAZ et al., 2011) e Argissolo Vermelho-Amarelo nos munícipios de Rio Branco e Senador Guiomard-AC (ARAÚJO et al., 2011).

Já perdas acentuadas de carbono do solo resultam em baixos estoques de MO e isto provoca graves consequências para a qualidade do solo e, por conseguinte, a sustentabilidade dos ecossistemas. Assim qualquer prática de manejo do solo que acarrete perdas de carbono (energia), redução na biodiversidade e a alteração em processos responsáveis pela ciclagem de nutrientes, comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, podendo provocar a degradação (SIQUEIRA et al., 2008).

Segundo Mielniczuk (1999) a MOS tem potencial para ser apresentada como atributo chave da QS pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível às modificações ocasionadas pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, a retenção de água e a suscetibilidade a erosão.

Bayer et al. (2004) citam que há maior sensibilidade do estoque de C na MOP às alterações no manejo em comparação ao estoque de COT. Dessa forma, conclui-

se que o C lábil pode ser considerado um dos indicadores mais sensíveis às mudanças no estudo da MOS em função do manejo (LEITE et al., 2004; BAYER et al., 2004; CONCEIÇÃO et al., 2005; SOUZA et al., 2006a; SOUZA et al., 2006b).

Em busca de um melhor entendimento sobre a influência dos sistemas de manejo do solo, têm-se utilizado a alteração na labilidade do carbono como medida de sustentabilidade agrícola. Isso porque as frações lábeis são mais sensíveis a mudanças de manejo do que os teores totais de carbono orgânico total (SOUZA et al., 2009; LOSS et al., 2011; CONCEIÇÃO et al., 2014).

2.3.1.2 Biomassa e atividade microbiana do solo

Dentre os indicadores de qualidade do solo, os de natureza biológica devem ser prioridade em qualquer monitoramento, principalmente aqueles envolvendo a participação de microrganismos que, por sua elevada abundância, atividade metabólica e bioquímica são mais sensíveis em medir e avaliar os efeitos de distúrbios ambientais, permitindo antecipar as medidas de manejo nos ecossistemas (FERREIRA, 2011; LOURENTE et al., 2011; SILVA et al., 2009)

A fração viva é representada pela biomassa microbiana, ou seja, os microrganismos do solo e é responsável pela liberação de compostos prontamente assimiláveis pelas plantas (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011b). Também são responsáveis pelos fluxos de energia e matéria entre os sistemas solo-planta-atmosfera (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), pois são os decompositores dos resíduos animais e vegetais adicionados ao solo.

A biomassa microbiana, corresponde de 1 a 5% do total da MOS (CARNEIRO et al., 2008; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006) e é composta por mucilagens, mucigel, exsudatos, microrganismos e seus compostos (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Sofre rápido declínio quando o manejo não está proporcionando entrada suficiente de matéria e energia no sistema solo (GIL-SOTRES et al., 2005). É um componente ativo na ciclagem, imobilização e mineralização, fonte de energia e nutrientes para as plantas e outros microrganismos (BARROS et al., 2010). Com isso, a biomassa microbiana torna-se o ponto-chave na manutenção da vida no solo, considerada essencial para a qualidade do solo, saúde das plantas e do meio ambiente (GAMA RODRIGUES & GAMA RODRIGUES, 2008).

A biomassa microbiana é o resultado da quantificação do COT que está ligado ao tecido vivo microbiano (carbono da biomassa microbiana - CBM). A atividade microbiana é medida pela quantidade de C-CO_2 (respiração basal – RBS) liberado no processo de decomposição da MOS (FHIGHETTO & VALARINI, 2000). A respiração do solo é definida como a soma total de todas as funções metabólicas nas quais o CO_2 é produzido e possui uma estreita relação com as condições abióticas do solo, tais como presença de resíduos orgânicos. As bactérias e os fungos são os principais responsáveis pela liberação de CO_2 via degradação da matéria orgânica (SILVA et al., 2007).

A combinação das medidas da biomassa microbiana e respiração do solo fornecem a quantidade de CO_2 evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ou respiratório (qCO_2). O qCO_2 indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002).

As relações C microbiano/C orgânico e N microbiano/N total expressam índices de qualidade nutricional da matéria orgânica. Para solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional, a biomassa microbiana encontra-se sob condições de estresse, tornando-se incapaz de utilizar totalmente o N e o C orgânico. Nesse caso, as relações C microbiano/C orgânico e N microbiano/N total diminuem. A biomassa microbiana poderá aumentar rapidamente, ainda que os níveis de C orgânico permaneçam inalterados, quando for adicionado matéria orgânica de boa qualidade nutricional (GAYA, 2004).

2.4 Acúmulo de carbono e nitrogênio no solo

Sistemas de exploração de cultivos conservacionistas, que privilegiem maior aporte de resíduos ao solo e menos revolvimento deste, podem mitigar a redução no conteúdo de C e N do solo causadas por mudanças em sistemas naturais. O grande desafio é que as culturas cultivadas além de ser potenciais sequestradoras de C da atmosfera, ela também deve se tornar acumuladora de C e N com uma maior conversão de C e N capturado pela biomassa vegetal em formas mais estáveis no solo. Mas, essa eficiência de conversão de C e N dos resíduos vegetais em matéria

orgânica humificada é muito variável, e vai depender da sua qualidade, e principalmente disponibilidade de N (SARIYILDIZ & ANDERSON, 2003).

O carbono acumula-se no solo em frações ativas (lábeis) ou mais estáveis (PASSOS et al., 2007). Essa estabilidade do C no solo tem implicações quanto a seu efeito mitigador da elevação do CO_2 atmosférico (WOLF & WAGNER, 2005).

O carbono orgânico do solo (COS) constitui o maior compartimento de C, com 1.550 Gt de C, 3,3 vezes maior que a quantidade de C atomosférico e 4,5 vezes todo o C biótico (LAL et al., 2004). Consequentemente, os fluxos de entrada e saída de carbono orgânico do solo são extremamente importantes para a manutenção dos seus níveis no ambiente. Aproximadamente metade desse C está na forma de matéria orgânica recalcitrante, responsável pelo armazenamento de C por longos períodos, dada sua resistência à degradação.

Com a mudança de uso da terra, observa-se diminuição do COS, até que um novo equilíbrio seja alcançado, característico do novo sistema de produção adotado. Essa perda de COS se dá, principalmente, pela perda da proteção física da MOS, que a torna menos acessível aos microrganismos (LUGATO et al., 2006). Todavia, a adoção de técnicas adequadas de manejo, como a adição de resíduos e a manutenção da fertilidade do solo, pode reduzir essa perda de COS.

O tipo de uso e manejo do solo não somente controlam a quantidade de C estocado no solo, como também influenciam na composição e qualidade da MOS. As altas “entradas” de matéria orgânica nos sistemas orgânicos liberam NH_4^+ de forma gradual e, comparando com as baixas “entradas” de matéria orgânica nos sistemas convencionais, suporta maior atividade da biomassa microbiana com grande demanda de N, principalmente pela imobilização do NO_3^- (BURGER & JACKSON, 2003). Fließbach & Mäder (2000) afirmam que o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana e suas relações com as frações leve e reservatórios de C e N no solo de sistemas orgânicos de manejo são mais altas quando comparados com sistemas convencionais.

Campos et al. (2013) obervaram que os sistemas de cultivo em plantio direto associado ao uso de forrageiras, tiveram maior capacidade de estocar C e N em camadas mais profundas do solo, quando comparados com sistema de cultivo convencional, podendo ser considerados alternativas sustentáveis para mitigação de CO_2.

3. REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M. & OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.

ANDREUX, F. Humus in world soils. In: PICCOLO, A. (Ed). Humic Substances in terrestrial ecystems. Amsterdam: **Elsevier**, p.45-100, 1996.

ARAÚJO, E.A.; KER. J.C.; SÁ, M.E.; SILVA, I.R.; OLIVEIRA, E.K. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazônica**, v.41, p.103-114, 2011.

BALDOCK, J.A.; SKJEMSTAD, J.O. Role of the mineral matrix in protecting natural organic materials against biological attack. Organic Geochemistry, v.31, p.697-710, 2000.

BASSO, C.J. Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 2003. 125p. (Tese Doutorado em Agronomia).

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.677-683, 2004.

BLAIR G.J; LEFROY R.D.B; LISLE L. Frações de carbono do solo com base no seu grau de oxidação, e o desenvolvimento de um índice de gestão de carbono, para sistemas agrícolas. **Australian Journal of Agricultural Research,** v.46, p.1459-1466, 1995.

BOENI, M. Proteção física da matéria orgânica em Latossolos sob sistemas com pastagens na região do Cerrado Brasileiro. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007, 136p. (Tese de Doutorado)

BRUNETTO, G.; COMIN, J.J. SCHMITT, D.E.; GUARDINI, R.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; MORAES, M.P. de; GATIBONI, L.C.; LOVATO, P.E.; CERETTA, C.A. Changes in soil acidity and organic carbon in a sandy Typic Hapludalf after medium-term pig slurry and deep-litter applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1620-1628, 2012.

BURGER, M.; JACKSON, L.E. Microbial immobilization of ammonium and nitrate in relation to ammonification na nitrications rates in organinc and convencional cropping systems. In: **Soil Biology & Biochemistry**, v.35, p.29-36, 2003.

CAMPOS, L.P.; LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; BRASIL, E.L.; IWATA, B.F. Estoques e funções de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.48, p.304-312, 2013.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; SOARES, A.L.L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 621-632, 2008.

CERETTA, C.A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; GATIBONI, L.C.; LOURENZI, C.R.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTINI, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suíno em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.593-602, 2010a.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos correlacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005.

CONCEIÇÃO, P.C. Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 138p. (Tese de Doutorado)

CONCEIÇÃO, P.C.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; SANTOS, D.C. Fracionamento físico da matéria orgânica e índice de manejo de carbono de um Argissolo submetido a sistemas conservacionistas. **Ciência Rural de Manejo**, v.44, p. 794-800, 2014.

CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um Argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.579-587, 2011.

CHUNG, H.; GROVE, J.H.; SIX, J. Indications for soil carbon saturation in a temperate agroecosystem. **Soil Science Soc. Am. Journal**, v.72, p.1132-1139, 2008.

DIEKOW, J. Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 164p. Tese (Doutorado)

DIECKOW J; MIELNICZUK J; KNICHER H; BAYER C; DICK DP; KNABNER IK. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions af a subtropical Acrisol as influenced by long-term no till cropping systems and N fertilization. **Plant Soil**, v.268, p. 319-328, 2005.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (eds). Defining soil quality for a sustainable environment. SSSAJ, **Madison**, p.3-22, 1994.

DORAN, J.W.; SAFLEY, M. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: **Biological Indicators of Soil**. PANKHURST, C.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R. Health. 1997. p.1-28. CAB INTERNATIONAL, Oxon, UK.

DOS SANTOS, E.C.; COTTA, J.T.B.; MUNIZ, J.A.; FONSECA, R.A.; TORRES, D.M. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.14, p.1024-1030, 2000.

ßFLIEBACH, A.; MÄDER, P. Microbial biomass and size-density fractions differ between. In: **Soil Biology & Biochemistrysoils of organic and conventional agriculture systems**, v.32, p. 757-768, 2000.

GAMA-RODRIGUES, E.F. & GAMA-RODRIGUES, A.C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2ª.ed. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, p.159-170, 2008.

GIL-SOTRES, F.; TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, M.C.; SEOANE, S. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. **Soil Biology & Biochemistry**. v.37, p. 877-887, 2005.

GREELNLAND, D.J.; WILD, A.; ADAMS, A. Organic matter dynamics in soils of the tropics – from myth to complex reality. In myths and science of soils of the tropics. Eds. R Lal and P A Sanchez. pp. 17-33. SSSA, Madison.

GUARDINI, R.; COMIN, J.J.; SCHMITT, D.E.; TIECHER, T.; BENDER, M.A.; SANTOS, D.R. dos.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G. Accumulation of phosphorus fraction in typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep pig litter in a no-tillage system. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v.93, p.215-225, 2012. DOI: 10.1007/s10705-012-9511-3.

KONZEN, E.A. & ALVARENGA, R.C. Adubação orgânica em: Cultivo do milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1 ISSN 1679-012 Versão Eletrônica – 2ª Edição. Dez/2006.

LAL, R. Soil carbono sequestration impacts on global climate change and food secutiry. **Science**, v.304, p. 1623-1627, 2004.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVEZ, J.C.L.; MACHADO, P.L.A.O.; GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob

floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Cieência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, p. 821-823, 2003.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; MACHADO, P.L.O.A. Simulação pelo modelo CENTURY da dinâmica da matéria orgânica de um argissolo sob adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.347-358, 2004.

LOSS, A.; PEREORA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Frações orgânicas e índices de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. **Idesia**, v.29, p. 11-19, 2011.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S. da; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; BRUNETTO, G. Nutrients in soil layers under no-tillage after successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.157-167, 2013.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S. da; TRENTIN, G GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; BRUNETTO, G. Soil chemical properties related to acidity under sucessive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1827-1836, 2011.

LUGATO, E.; BERTI, A. & GIARDINI, L. Soil organic carbono (SOC) dynamics with and without residue incorporation in relation to diferente nitrogen fertilization rates. **Geoderma**, v.135, p. 315-321, 2006.

MENEZEZ, J.F.S.; ANDRADE, C.L.T.; ALVARENGA, R.C.; KONZEN, E.; PIMENTA, F.F. Utilização de resíduos orgânicos na agricultura. 2002. Disponível em: htpp://www.planetaorganico.com.br/trabJune.htm. Acesso em: 17/01/2017.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: Santos, G.A.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecosistemas Tropicais e Subtropicais. Porto Alegre: Gênesis, 1999. Cap.2.p.1-8.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F.F.; DEBARBA, L. Manejo do solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **Tópicos Ciência do Solo**, v.3, p.209-248. 2003.

MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA J.O. Matéria Orgânica do Solo. In: Moreira F.M. de S; Siqueira J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2006. p.203-261.

NICOLOSO, R.S. Mecanismos de estabilização de carbono orgânico do solo em agroecossistema de clima temperado e sub-tropical. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 108p. (Tese de Doutorado)

PASSOS, R.R.; RUIZ, H.A.; MENDONÇA, E. S. de; CANTARUTTI, R.B.; SOUZA, A.P. de. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1119-1129, 2007.

PICCOLO, A. Humus and soil conservation. In: PICCOLO, A. (Ed.) Humic substance in terrestrial ecosystems. Amsterdam: **Elsevier**, p.225-264, 1996.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.857-865, 2003.

RESK, D.V.S.; FERREIRA, E.A.B.; FIGUEIREDO, C.C.; ZINN, Y.L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2ª.ed. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, p.359-417, 2008.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, CFSEMG, 1999. 359p.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 86p.

SALTON, J.C. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,158p. 2005. Tese (Doutorado)

SARIYILDIZ, T. & ANDERSON, J.M. Decomposition of sun and shade leaves from three deciduous tree species, as affected by their chemical composition. **Biol. Fertil. Soils**, v. 37, p.137-146, 2003.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology Fertility Soils**, v.35, p.96-101, 2002.

SCHIAVO, J.A.; ROSSET, J.S.; PEREIRA, M.G.; SALTON, J.C. Índice de manejo de carbono e atributos químicos de Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, p.1332-1338, 2011.

SILVA, A.P.; LEÃO, T.P.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A. Determinação da permeabilidade ao ar em amostras indeformadas de solo pelo método da pressão decrescente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1535-1545, 2009.

SILVA, J.E. da; RESCK, D.V.S.; CORAZZA, E.J.; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil**. Agriculture, Ecosystems and Environment,** v.103, p.357-363, 2004.

SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A. de O.; CERETTA, C.A. Composição da fase sólida. In: **Fundamento de química orgânica do solo**. MEURE, E.J. 2ª ed. Porto Alegre: Gênesis, p.73-97, 2004.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo, In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CATARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.

SYERS, J.K.; HAMBLIN, A.; PUSHPARAJAH, E. Indicators and threshoulds for the evoluation of sustainable land management. **Canadian Journal of Soil Science**, Otawa, v.75, p.423-428, 1995.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Frações de carbon orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob Cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Science Agronomic**, v.28, p. 323-329, 2006a.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo**. Acta Science Agronomic**, v.28, p. 305-311, 2006b.

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

SOUZA, E.D. ET AL. Estoques de carbon orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, p. 1829-1836, 2009.

SOUZA, E.D; COSTA, S.E.V.G. DE; A, A.I; CARNEIRO, M.A.C; MARTINS, A.P.; BAYER, C. Soil quality indicators in a Rhodic Paleudult under long term tillage systems. **Soil Tillage Research**, v.139, p.28-36, 2014.

SOUZA BRAZ, A.M. de; FERNANDES, A.R.; ALLEONI, L.R.F. Soil atributes after the conversion from forest to pasture in amazon. **Lan Degradation & Development**. DOI: 10.1002/ldr.1100 (2011).

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.421-428, 2008.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.743-755, 2009.

VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. O solo como sistema. 1ª ed. Curitiba: Ed. dos autores; 2011.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.213-223, 2011.

WOLF, D.C.; WAGNER, G.H. Carbon transformation and soil organic matter formations. In: SYLVIA, D.M.; HARTEL, P.G.; FUHRMANN, J.J.; ZUBERER, D.A. Principles and applications of soil microbiology. 2nd ed. New Jersey: **Pearson Education**, 2005. p.285-332.

4 CAPÍTULO 1 – ACÚMULO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO EM PASTAGEM ADUBADA COM CAMA DE AVIÁRIO

RESUMO

As áreas sob pastagem adubadas com resíduo orgânico são apontadas como potenciais sequestradoras de carbono no solo, pois a ausência do revolvimento do solo e a quantidade e qualidade dos resíduos culturais depositados podem favorecer o acúmulo de matéria orgânica do solo. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi quantificar os estoques e taxas de acúmulo de C e N do solo em profundidade em um Latossolo Vermelho sob sistema de pastejo rotativo com adubação orgânica utilizando cama de peru. O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho com pastagem de *Uroclhoa decumbens* em sistema de pastejo rotacionado por bovinos de leite. O experimento consiste nas seguintes doses acumuladas de cama de peru e os respectivos anos de aplicação: : T0 – testemunha sem aplicação; T1 - 26,32 Mg ha-1 (8,70 – 2008 + 7,32 – 2011 + 5,30 – 2012 + 5,00 – 2014); T2 – 43,15 Mg ha-1 (7,81 – 2008 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014); T3 – 57,6 Mg ha-1 (14,45 – 2008 + 7,81 – 2009 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014). As coletas das amostras de solo foram realizadas nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-75 e 75-100 cm de profundidade. Houveram incrementos para os estoques de carbono orgânico total, nitrogênio total e nitrogênio particulado, porém não ocorreu incremento para o estoque de carbono orgânico particulado, para ambas as camadas avaliadas. As avaliações das taxas de acúmulo de matéria orgânica na camada de 0-0,2 m subestimam os resultados em relação à camada de 0-1,0 m. E as maiores retenções de C no solo foram a partir do T2, o que não foi obervado para a retenção do N no solo, pois não apresentou diferença entre os tratamentos.

Palavras chave: profundidade; cama de peru; estoque

ABSTRATC

ACUMULATION OF ORGANIC MATTER IN THE SOIL IN PASTURE COVERED WITH AIRCRAFT BED

The areas under pasture fertilized with organic waste are pointed as potential sequestradoras of carbon in the soil, because the absence of the soil revolving and the quantity and quality of the deposited cultural residues can favor the accumulation of organic matter of the soil. In this sense, the objective of this work was to quantify C and N acumulation stocks and soil rates in depth in a Red Latosol under a rotational grazing system with organic fertilization using turkey litter. The experiment was carried out in a Red Latosol with Uroclhoa decumbens pasture in a grazing system rotated by cattle. The experiment consists of the following accumulated doses of turkey bed and the respective years of application: T0 - control without application; T1 - 26.32 Mg ha-1 (8.70 - 2008 + 7.32 - 2011 + 5.30 - 2012 + 5.00 - 2014); T2 - 43.15 Mg ha-1 (7.81 - 2008 + 8.69 - 2010 + 7.89 - 2011 + 7.34 - 2012 + 5.71 - 2013 + 5.71 - 2014); 3 - 57.6 Mg ha-1 (14,45 - 2008 + 7,81 - 2009 + 8,69 - 2010 + 7,89 - 2011 + 7,34 - 2012 + 5,71 - 2013 + 5,71 - 2014). Soil samples were collected in layers 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-75 and 75-100 cm depth. There were increments for the stocks of total organic carbon, total nitrogen and particulate nitrogen, but there was no increment for the stock of particulate organic carbon, for both layers evaluated. Evaluations of the acumulation rates of organic matter in the 0-0.2 m layer underestimate the results in relation to the 0-1.0 m layer. And the highest C retention in the soil was from T2, which was not observed for N retention in the soil, as it did not present a difference between the treatments.

Keywords: depth; Turkey bed; stocks

4.1 INTRODUÇÃO

A substituição da vegetação natural por sistemas agrícolas de produção causa desequilíbrio no meio ambiente, principalmente na modificação do ciclo do carbono, pois libera grandes quantidades desse elemento para a atmosfera ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2010).

Alguns sistemas de uso e manejo do solo em diferentes biomas do Brasil, como o sistema de plantio direto (SPD), o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) sob plantio direto, a adoção de reflorestamentos, o manejo de pastagens, entre outros, pode alterar consideravelmente os estoques de C e a emissão de GEE do solo para a atmosfera e, consequentemente, ser importante no que se refere à mitigação do aquecimento global do planeta. Nessa linha, no ano de 2010 as emissões nacionais de gases de GEE provenientes da agropecuária chegaram a 35% e a 95,44% das emissões de N_2O oriundas desse setor são provenientes dos solos agrícolas, possivelmente devido às práticas inadequadas de manejo do solo (CORRÊA et al., 2016).

Por outro lado, o manejo conservacionista do solo, pela adoção, por exemplo, de pastagem bem manejada, a manutenção da cobertura da superfície do solo e a adubação orgânica, podem favorecer a alta produção de resíduos vegetais e o acúmulo de nutrientes na superfície do solo e, portanto, aumentar os estoques de matéria orgânica do solo contribuindo para mitigar a emissão de gases de efeito estufa (LAL et al., 2007). Salton et al. (2005) avaliando as taxas de acúmulo de C em diferentes sistemas de uso e manejo do solo no Cerrado, observou que os maiores estoques de C estão relacionados com a presença de forrageiras, resultando na seguinte ordem decrescente de estoques de C no solo: pastagem permanente > ILP sob plantio direto > lavoura em SPD > lavoura em cultivo convencional.

Nessa linha, Corazza et al. (1999) afirma que o conhecimento da dinâmica da matéria orgânica no solo em sistemas naturais e agroecossistemas é importante no desenvolvimento de tecnologias para estabelecer sistemas sustentáveis, bem como para analisar o papel do solo como fonte ou depósito de C para a atmosfera. Dentre os sistemas conservacionistas podemos associar o cultivo de pastagens com adubação orgânica de resíduos de outas atividades, como a cama de aviário. Esse resíduo é rico em nutrientes e a sua aplicação tem sido associada às melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (PINTO et al., 2013).

Existem diversos estudos quantificando os estoques de matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas com adubação orgânica em pastagens (PINTO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013), entretanto esses estudos avaliam somente até, no máximo, 0,40 m de profundidade. Por outro lado, poucos são os relatos de experimentos em que foram avaliados os estoques de matéria orgânica em maiores profundidades. Assim, de acordo com Gal et al. (2007) os estoques C e N em camadas entre 20 e 100 cm de profundidade são extremamente significativos. Com isso, se espera que as taxas anuais de acumulo de carbono e nitrogênio sejam maiores ao se avaliar a camada até 100 cm em relação à camada mais superficial do solo. Estimativas realizadas para todo o território do Brasil (8,5 milhões de km^2) mostraram estoques de C na ordem de 39, 52, 72 e 105 Pg, respectivamente para as camadas de 0–30, 0–50, 0–100 e 0–200 cm de solo, o que corresponde aproximadamente a 40 % de todo o C armazenado nos solos da América Latina (BERNOUX & VOLKOFF, 2006).

Neste sentido o objetivo desse trabalho foi quantificar os estoques e taxas de retenção de C e N do solo em profundidade em um Latossolo Vermelho sob sistema de pastejo rotativo com adubação orgânica utilizando cama de peru.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado desde 2008 em área pertencente à Fazenda Alvorada, localizada no munícipio de Portelândia (GO) em um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é Aw, conforme Köppen, com precipitação pluviométrica média de 1.700 mm e temperatura média de 24,2 ºC.

A área experimental foi composta de 16 piquetes de 0,5 ha cada e os mesmos são manejados com dois dias de ocupação e um intervalo de 30 dias de descanso. A pastagem utilizada foi a *Uroclhoa decumbens* em sistema de pastejo rotativo. A taxa de lotação foi de 20 a 25 animais da raça Girolando no período de chuva (outubro a maio) com peso vivo entre 550 Kg e 600 Kg. No período da seca (junho a setembro) os animais foram tratados com silagem de milho durante o dia e a noite pastejam na área do experimento.

A introdução da pastagem ocorreu no ano de 1995 e nos 10 anos anteriores à condução do experimento não houve correção de acidez e adubação do solo. O experimento foi implantado em outubro de 2008 com a aplicação das primeiras doses do resíduo. O resíduo utilizado como adubo orgânico foi originado de dejetos provenientes da criação de peru, com cama à base de maravalha, apresentando a seguinte composição (média de sete anos de aplicação): C-orgânico = 308 g Kg^{-1}; N = 3,2%; P_2O_5 = 3,5%; K_2O = 2,5%; Ca = 4%; Mg = 0,9%; relação C:N= 10/1; matéria seca = 73,3%; pH em água = 7,7. Consistindo nas seguintes doses acumuladas de cama de peru e os respectivos anos de aplicação: T0 – testemunha sem aplicação; T1 - 26,32 Mg ha^{-1} (8,70 – 2008 + 7,32 – 2011 + 5,30 – 2012 + 5,00 – 2014); T2 – 43,15 Mg ha^{-1} (7,81 – 2008 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014); T3 – 57,6 Mg ha^{-1} (14,45 – 2008 + 7,81 – 2009 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014).

O estudo constou de delineamento experimental de blocos casualizados, constituindo quatro repetições, sendo cada parcela representada por um piquete. A aplicação do resíduo foi realizada a lanço no início de período chuvoso de cada ano, com auxílio de uma calcareadora. Após aplicação a pastagem ficou em repouso por 45 dias antes da entrada dos animais para pastejo.

As coletas das amostras de solo foram realizadas em novembro de 2015 com abertura de trincheiras de 0,40 m de profundidade. Para avaliar os teores de carbono e

nitrogênio retirou-se blocos de amostras de solo nas camadas 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m de profundidade com auxílio de espátulas e nas camadas de 0,30-0,50, 0,50-0,75 e 0,75-1,00 m de profundidade retirou-se as amostras de solo com o auxílio de um trado holandês. Posteriormente as amostras foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm.

O fracionamento do solo para determinação das frações da matéria orgânica foi realizado de acordo com Cambardella & Elliot (1992). Os teores de carbono orgânico total (COT) e carbono orgânico particulado (COP) foram determinados seguindo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995) por oxidação com dicromato. Os teores de N total (NT) e nitrogênio particulado (NP) foram determinados por destilação em microkhjeldahl de acordo Tedesco et al. (1995).

Os estoques de COT, de COP, de NT e de NP foram calculados pelo método de massa equivalente de solo, considerando a massa do solo dos tratamentos, em relação ao solo com menor massa, é definida como referência (ELLERT & BETTANY, 1995). Portanto, o cálculo dos estoques baseou-se nas densidades de 0,84 kg dm^{-3}, para a camada de 0-5 cm, e 0,90 kg dm^{-3} para as camadas de 0,05-0,1, 0,1-0,2, 0,2-0,3, 0,3-0,5, 0,5-0,75 e 0,75-1 m do solo. Para os cálculos dos estoques de C e N foi realizada a soma dos estoques encontrados em cada camada avaliada. A taxa de acúmulo de C e N no solo foi a diferença do estoque de COT e NT dos tratamentos que receberam adubação orgânica e a testemunha (sem adubação) dividido pela quantidade de anos de implantação do sistema.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foi aplicado a análise de regressão polinomial para a quantificação dos estoques de C e N, e para o cálculo da taxa de acumulo de C e N foi aplicado o teste de médias (Tukey 5%), utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estoques de carbono orgânico total (E-COT), de nitrogênio total (E-NT) e de nitrogênio particulado (E-NP) foram influenciados pelas doses de cama de peru (Figuras 1 e 2), o que não ocorreu para os estoques de carbono orgânico particulado (E-COP) (Figura 1). Os E-COT nas camadas de 0-0,2 e de 0-1,0 m se ajustaram à uma equação linear crescente. Na camada de 0-0,2 m os estoques foram de 25,5 e 32,6 Mg ha^{-1} para o T0 e o T3, respectivamente, já para a camada de 0-1,0 m os estoques variaram de 89,5 e 103,8 Mg ha^{-1} para os mesmos tratamentos, respectivamente (Figura 1). Costa et al. (2008) também verificaram aumento dos estoques de carbono orgânico total, com o aumento da dose de cama de peru. Este fato pode ser atribuído ao não revolvimento do solo e o maior acúmulo de resíduo orgânico, que por não ser incorporado ao solo, ocorre uma mineralização mais lenta da matéria orgânica, devido à menor exposição da mesma ao ataque dos microrganismos (PINTO et al., 2013).

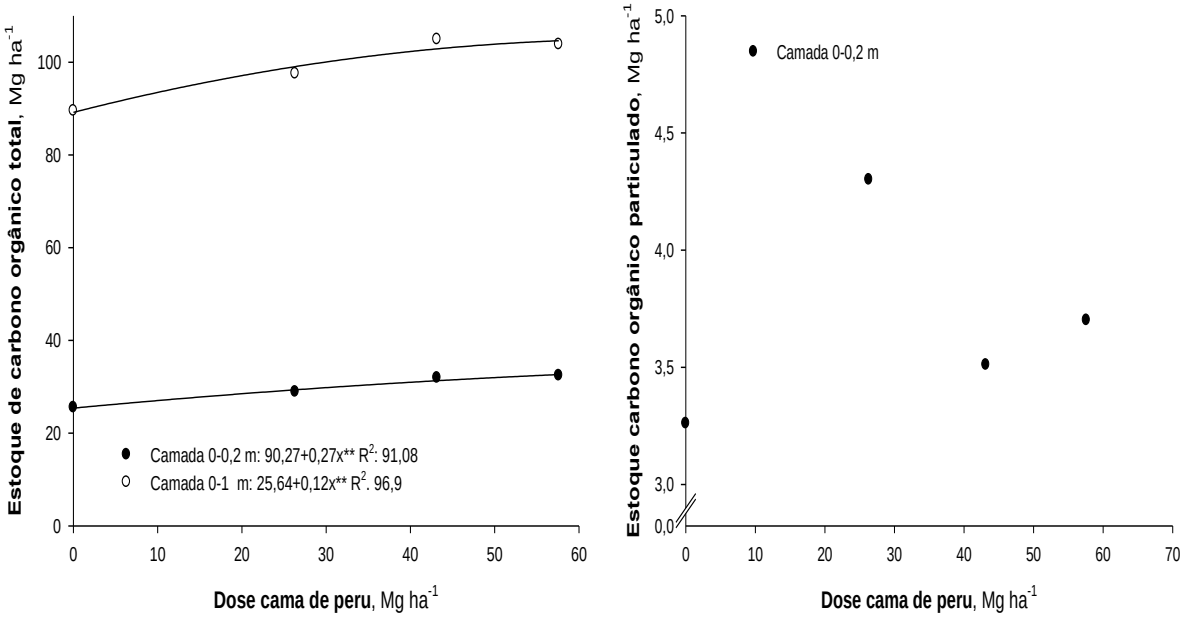

Figura 1. Estoques de carbono orgânico total e particulado do solo nas camadas de 0-0,2 e 0-1,0 m em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

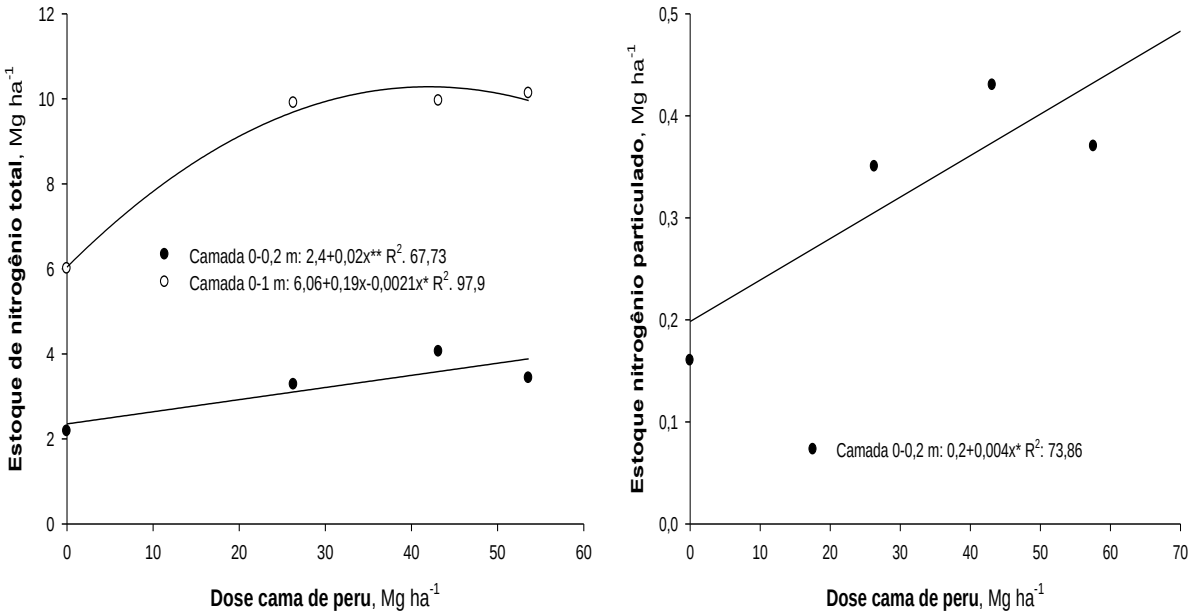

Figura 2. Estoques de nitrogênio total e particulado do solo nas camadas de 0-0,2 e 0-1,0 m em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

No presente estudo ocorreram incrementos de 13, 25 e 27% nos E-COT na camada de 0-0,2 m, com a aplicação de cama de peru, nas doses 26,32, 43,15 e 57,6 Mg ha^{-1}, respectivamente. Já para a camada de 0-1,0 m observa-se incrementos de 9, 17 e 16% nos E-COT para os mesmos tratamentos, respectivamente. Lourenzi et al. (2016) observaram que a utilização de dejetos de suínos durante seis anos experimentais proporcionou incrementos de 22, 26 e 23% nos teores de MOS, com a aplicação de 4, 8 e 16 Mg ha^{-1}, respectivamente, na camada de 0–40 cm. Esses resultados podem ser atribuídos à adição de grandes quantidades de matéria seca via composto, o que aumenta o aporte de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo. A deposição do composto orgânico sobre os restos culturais das plantas diminui a área de contato com o solo, o que retarda a atividade da biomassa microbiana e, por consequência, a mineralização do composto orgânico (FALLEIRO et al., 2003).

Além disso, as grandes quantidades de nutrientes aplicadas na maior dose do composto (57,6 Mg ha^{-1}) também podem ter favorecido maiores produções de matéria seca pelas culturas. No presente estudo foi adicionado ao solo, via resíduo, cerca de 1800 kg ha^{-1} de N, 2000 kg ha^{-1} de P_2O_5, 2300 kg ha^{-1} de Ca, 1400 kg ha^{-1} de K_2O e 500 kg ha^{-1} de Mg. Assim, o aumento nas doses aplicadas de composto aumenta a produção

de parte aérea e, consequentemente, o aporte de resíduos vegetais na superfície do solo, incrementando os teores de matéria orgânica do solo (ADELI et al., 2008; LOURENZI et al., 2011).

Para o E-COP não houve efeito da aplicação de cama de peru, apesar de ser considerada uma fração muito sensível ao manejo utilizado (Figura 1). Esse efeito pode ter ocorrido pelo fato dessa fração servir como fonte de energia para a microbiota do solo, sendo possivelmente este processo promovido pelo “efeito priming” (KALBITZ & KAISER, 2008), cujo se refere ao aceleramento da decomposição dessa fração, pela adição de N e P fornecidos pela cama de peru (CONTE et al. 2011) e também ao tempo em que foi realizada a amostragem (mais de um ano após a última aplicação).

A equação ajustada para o E-NT na camada de 0-0,20 ($p<0,01$) aponta para o efeito linear positivo, apresentando estoques de 2,1 e 3,4 Mg ha^{-1} para o T0 e o T3, respectivamente (Figura 2). Já para a camada de 0-1,0 m o comportamento foi quadrático, sendo a dose do T2, que obteve o maior incremento (9,95 Mg ha^{-1}). O E-NP obteve resultado semelhante ao E-NT na camada de 0-0,2 m, ajustando-se à uma equação linear crescente, com os valores de 0,16 e 0,37 Mg ha^{-1} para o T0 e o T3, respectivamente (Figura 2). Mesmo diante da grande quantidade de N aplicada via cama de peru, nota-se também que pode ter ocorrido a mineralização do nutriente via microrganismos e após a disponibilização deste no solo, pode acontecer vários tipos de perdas como lixiviação e volatilização.

Schomberg et al. (2009) relataram aumentos nos teores de NT em áreas adubadas com cama de aviário e submetidas a diferentes formas de manejo. Por outro lado, Silva et al. (2015) não verificaram efeito da adubação orgânica sobre os teores de COT e NT e estoques de C e N ($p>0,10$), sendo esses resultados contrários aos observados no presente estudo.

A quantificação do estoque de COT para na camada de 0-0,20 m correspondeu somente a 30% quando comparado com o estoque obtido na camada de 0,0-1,0 m, e seguindo a mesma tendência, o incremento do E-NT chegou a ser de 60% maior quando foi avaliado até 1,0 m (Figura 2). Esse comportamento supõe que há potencial em aumentar os estoques de C e N, a partir de incrementos em profundidade, principalmente em sistemas conservacionistas de longo prazo com alto aporte de matéria orgânica, pois há uma promoção do aumento do estoque de C e N ao longo do perfil do solo. Segundo Bayer (1996), o efeito do manejo sobre os teores de matéria orgânica ocorre,

inicialmente, na camada superficial, todavia, com o passar do tempo, manifesta-se em camadas mais profundas, como observado no presente estudo.

Em estudos de longo prazo é importante a avaliação desses atributos em camadas mais profundas do solo (SISTI et al., 2004; DIEKOW et al., 2005). Em sistemas de pastagens, diversos trabalhos mostram que grande parte do sistema radicular das gramíneas concentra-se até 40 centímetros de profundidade do solo, o que propicia um maior aporte de matéria orgânica (SILVA & MIELNICZUK, 1997; COSTA et al., 2000). No entanto, nesse caso pode-se notar que com os tratamentos adotados, obteve-se um maior incremento na MOS, representado pelo COT e NT, além da profundidade citada nas literaturas acima.

Quanto à taxa de acúmulo de carbono, houveram maiores incrementos nos T2 e T3 para ambas camadas avaliadas (Figura 3). Já para o NT não ocorreu efeito das doses de cama de aviário nas taxas de acúmulo de N, para ambas as camadas avaliadas (Figura 4). As taxas de acúmulo de carbono foram 0,48, 0,91 e 0,98 Mg ha^{-1} ano para os tratamentos T1, T2 e T3 na camada de 0-0,2 m. Já para a camada de 0,0-1,0 m as taxas de acúmulo foram de 1,13, 2,04 e 2,19 para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente (Figura 3). Apesar de não haver diferença significativa entre os resultados das taxas de N, ressalta-se que houve um aumento de 140% na camada de 0-1,0 m quando comparada com a camada de 0-0,2 m. E na mesma tendência do E-NT observa-se que a partir do T1 ocorreu a estabilização das taxas de acúmulo de N para ambas camadas avaliadas (Figura 4).

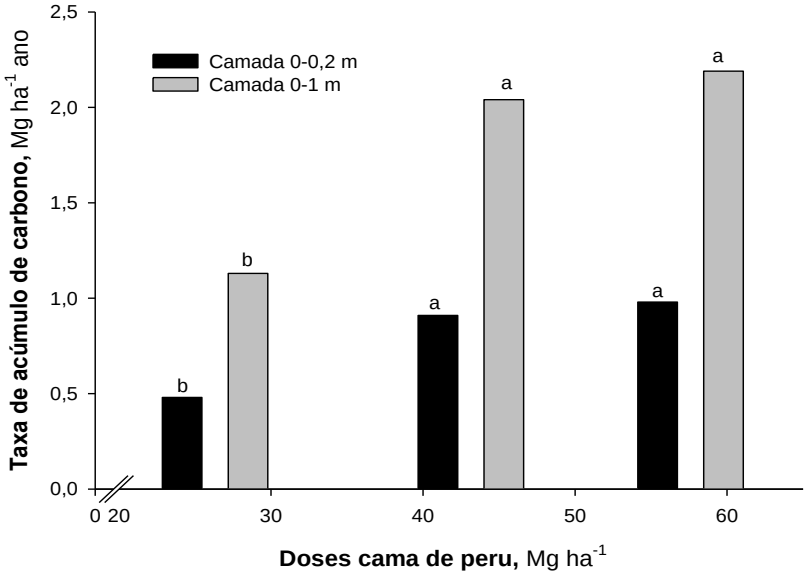

Figura 3. Taxa de acúmulo de carbono no solo nas camadas de 0-0,2 e 0-1,0 m em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

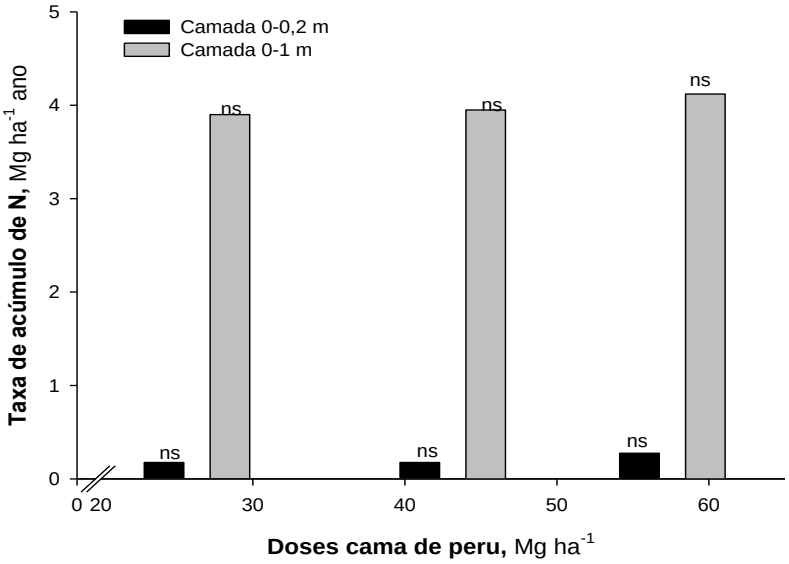

Figura 4. Taxa de acúmulo de nitrogênio no solo nas camadas de 0-0,2 e 0-1,0 m em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

Segundo Pillon et al. (2007), nos sistemas de manejo conduzidos sob plantio direto, as taxas anuais potenciais de retenção de matéria orgânica variam entre 0,5 e 1,0 Mg ha^{-1} ano^{-1}, valores observados para intervalos entre 0 e 16 anos. Em diversos sistemas de manejo e uso do solo Salton et al. (2011) encontraram uma taxa de acumul o de cerca

de 1,12 Mg ha^{-1} ano^{-1} em sistema de pastagem permanente consorciada com leguminosa, em Campo Grande-MS. Isso pode estar relacionado com vários parâmetros do sistema de produção, como o tipo da cultura e do solo, aplicação de adubos tanto orgânico quanto inorgânico, período de implantação do sistema, e também qual o método de amostragem e determinação dos estoques de C do solo.

De modo geral, dependendo do grau de estabilização e das características químicas do material, o aporte de compostos orgânicos pode favorecer a fixação e manutenção de C no solo e reduzir a emissão de CO_2 para a atmosfera (SOUZA et al., 2012). Do mesmo modo, a substituição parcial e a total dos fertilizantes minerais pelo N orgânico também podem resultar numa diminuição na liberação de N_2O (AMADO et al., 2001).

No Cerrado áreas de pastagens implantadas em substituição à vegetação nativa promovem a manutenção dos estoques de MOS, e aquelas submetidas a boas práticas de manejo, às vezes, permitem maior estocagem de C no solo do que sob a vegetação nativa (ROSCOE et al., 2006), consequentemente atuando como dreno de CO_2 atmosféricos e aumenta a MOS (SÁ et al., 2001; DIEKOW et al., 2006).

Assim, diante dos dados de estoques de N e C e das taxas de acúmulo desses elementos, verifica-se a importância da quantificação desses atributos em camadas mais profundas do solo pois, de acordo com a condição de uso do solo, pode-se ter uma atividade potencial para mitigar a emissão de gases causadores do efeito estufa como CO_2, CH_4 e N_2O, e assim não subestimar essas taxas utilizando valores de camadas superficiais.

4.4 CONCLUSÕES

1. A aplicação sequencial de doses crescente da cama de peru foi eficiente em promover melhorias nos atributos químicos do solo, com o aumento dos estoques de C e N do solo.
2. As avaliações das taxas de acúmulo de matéria orgânica na camada de 0-0,2 m subestimam os resultados em relação à camada de 0,0-1,0 m.

4.5 REFERÊNCIAS

ADELI, A.; BOLSTER, C.H.; ROWE, D.E.; MCLAUGHLIN, M.R.; BRINK, G.E. Effect of long-term swine effluent application on selected soil properties., v.173, p.223-235, 2008.

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.189-197, 2001.

BAYER, C.; DICK, D.P.; RIBEIRO, G.M. & SCHEUERMANN, K.K. Carbon stocks in matter fractions as affected by lan use soil management with emphasis on no-tillage effect. **Ciência Rural**, v.32, p.401-406, 2002.

BAYER, C. Dinâmica da matéria orgânica em sistema de manejo de solos. Porto Alegre, Rio Grande do Sul - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 240p, 1996. Tese de Doutorado.

BORGES, S. R.; SILVA, I. R.; CRUZ, R. S.; SANTOS, R. S.; VERBURG, E. E. J.; PIMENTEL, L. G. Qualidade do Solo de Áreas Mineradas de Bauxita em Recuperação com Cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, 2013, Florianópolis. **Anais**.... Viçosa: SBCS, 2013.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOT, E. T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.56, p. 777-783, 1992.

CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.; PICCOLO, M.C.; GODINHO, V.; CERRI, C.C. Carbon region of the Brazilian Amazon. **Soil & Tillage Research**, v.103, p. 342-349, 2009.

CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Agricultura e aquecimento global. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 40- 44, 2007.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.F. & FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Paraná, Brazil**. Soil Tillage Research**, v.65, p. 45-51, 2002.

CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 579-587, 2011.

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

CORRÊA, R.S.; MADARI, B.E.; CARVALHO, G.D.; COSTA, A.R.; PEREIRA, A.C.C.; MEDEIROS, J.C. Fluxos de óxido nitroso e suas relações com atributos físicos e químicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p. 1148-1155, 2016.

COSTA, O.V.; COSTA, L.M.; FONTES, L.E.F.; ARAUJO, Q.R.; KER, J.C. & NACIF, P.G.S. Cobertura do solo e degradação de pastagem em área de domínio de Chernossolos no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.843-856, 2000.

COSTA, A.M. et al. Estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho tratado com cama de peru. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p. 73-79, 2008.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.M.; CURI, N.; FERREIRA, M.M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1047-1054, 2002.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNINKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P. & KOGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilizations in a southem Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. **Soil Tillage Research**, v.81, p.87-95, 2005.

ELLERT, B.H.; BETTANY, J.R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science Ottawa**, v.75, p. 529-538, 1995.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006.

FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; SANTOS, H.P.; SILVA, C.A. & FADIGAS, F.S. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v.64, p. 221-230, 2002.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.1097-1104, 2003.

GAL, A.; VYN, T.J.; MICHÉLI, E.; KLADIVKO, E.J.; McFEE, W.W. Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboard plowing over-estimated with tilled-zone sampling depths. **Soil Tillage Research**, v.96, p.42-51, 2007.

HERNANDEZ-RAMIREZ, G. SAUER, T.J.; CAMBARDELLA, C.A.; BRANDLE, J.R.; JAMES, D.E. Carbon stocks and dynamics in afforested and cultivated corn belt soils. **Soil Science Society American Journal**, v.75, p. 216-225, 2011.

LAL, R.; FOLLETT, R.F.; STEWART, B.A.; KIMBLE, J.M. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. **Soil Science**, v.172, p.943-956, 2007.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO. G.; GIROTTO, E.; TIECHER, T.L.; VIEIRA, R.C.B.; CANCIAN, A.; FERREIRA, P.A.A. Pig slurry and nutrients accumulation and dry matter and grain yield in various crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p. 949-958, 2014.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S. da; GIROTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T.L.; DE CONTI, L.; TRENTINI, G.; BRUNETTO, G. Nutrients soil layers under no-tillage after sucessive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 157-167, 2013.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZZANI, F. Adições de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.175-187, 2004.

MACHADO, P.L.O.A. & SILVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutr. Cycl. Agroecosys**, v.6, p.119-130, 2001.

OLIVEIRA, T.S.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.C. Qualidade química do solo e características produtivas do capim-elefante submetido à adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, p. 99-104, 2013.

PEREZ, K.S.S.; RAMOS, M.L.G.; McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. Revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.39, p.567-573, 2004.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R; MERCANTE, F.M.; Dinâmica da matéria orgânica do solo em SALTON, J.C. (Org.). Sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p.17-41, 2006.

SÁ. J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C. & FEIGL, B.J. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chonosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Science Society American Journal**, v.65, p.1486-1499, 2001.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistema de integração lavoura pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p. 1349-1356, 2011.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C. Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Agropecuária Oeste. Online), Dourados, MS, v. 29, p. 1-58, 2005.

SCHOMBERG, H.H.; WIETHOLTER, S.; GRIFFIN, T.S.; REEVES, D.W.; CABRERA. M.L.; FISHER, D.S. ENDALE, D.M.; NOVAK, J.M.; BALKCOM, K.S.; RAPER, R.L.; KITCHEN, N.R.; LOCKE, M.A.; POTTER, K.N.; SCWARTZ, R.C.; TRUMAN, C.C. TYLER, D.D. Assessing indices for prediciting potential nitrogen mineralization in soils under different management systems. **Soil Science Society American Journal**. v.73, p.1575-1586., 2009.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Ação do Sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.113-117, 1997.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v.76, p.39-58, 2004.

SOUZA, V.V.; ENRICH-PRAST, A. Oxido nitroso (N2O) em ambientes aquáticos continentais: produção, fatores reguladores e fluxos de diferentes ambientes. **Ecologia Australis**, v. 16, p. 311-329, 2012.

TEDESCO, M.J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim técnico, 5).

WHIETHOLTER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.58, p. 38-42, 2000.

ZOTARELLI, L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; TORRES, E.; PAUSTIAN, K.; BODDEY, R.M. & SIX, J. Efeito do preparo do solo nos agregados do solo e no conteúdo de matéria

orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. Ribeirão Preto, 2003. **Anais**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Ciência da Solo, 2003. CD-ROM.

5. CAPÍTULO 2 - INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM PASTAGEM ADUBADA COM CAMA DE AVIÁRIO

RESUMO

A utilização de adubos orgânicos de origem animal além de disponibilizar nutrientes para as plantas também possui as características de elevar ou manter o teor de matéria orgânica do solo, e como consequência promover melhorias na qualidade biológica do solo. Neste trabalho objetivou-se avaliar a qualidade do solo com a utilização de dos atributos químicos e bioquímicos do solo e a matéria orgânica do solo em pastagem adubada com doses crescentes de cama de peru no Cerrado. O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho com pastagem de *Uroclhoa decumbens* em sistema de pastejo rotacionado por bovinos de leite. O experimento consiste nas seguintes doses acumuladas de cama de peru e os respectivos anos de aplicação: T0 – testemunha sem aplicação; T1 - 26,32 Mg ha^{-1} (8,70 – 2008 + 7,32 – 2011 + 5,30 – 2012 + 5,00 – 2014); T2 – 43,15 Mg ha^{-1} (7,81 – 2008 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014); T3 – 57,6 Mg ha^{-1} (14,45 – 2008 + 7,81 – 2009 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014). Verifica-se que a qualidade do solo foi afetada pelo manejo da adubação com cama de peru. O T2 atingiu comportamento quadrático para o carbono da biomassa microbiana, quociente metabólico e microbiano, onde ocorreu eficiência em conversão do carbono orgânico total em microbiano em uma condição sem estresse da microbiota. Houve incremento nas reservas de carbono orgânico total, nitrogênio total e particulado para todos tratamentos, exceto o controle. Observou-se também a redução da relação C/N da fração particulada do solo, diferentemente da relação C/N da fração total, que não apresentou significância. A aplicação da cama de peru não afetou a esporulação micorrízica. Os atributos que melhor contribuíram para indicar a qualidade do solo nesse tipo de sistema de manejo foram: o carbono da biomassa microbiana, o quociente metabólico e microbiano, portanto são recomendados para uso em futuras avaliações de qualidade do solo.

Palavras chave: carbono da biomassa microbiana, quociente metabólico, esporos

ABSTRATC

SOIL QUALITY INDICATORS IN PULP FERTILIZER WITH AIRCRAFT BED

The use of organic fertilizers of animal origin in addition to providing nutrients to the plants also has the characteristics of raising or maintaining the organic matter content of the soil, and as a consequence promote improvements in the biological quality of the soil. The objective of this work was to evaluate the soil quality with the use of chemical and biochemical attributes of soil and soil organic matter in pasture fertilized with increasing doses of turkey litter in the Cerrado. The experiment was carried out in a Red Latosol with Uroclhoa decumbens pasture in a grazing system rotated by cattle. The experiment consists of the following accumulated doses of turkey bed and the respective years of application: T0 - control without application; T1 - 26.32 Mg ha-1 (8.70 - 2008 + 7.32 - 2011 + 5.30 - 2012 + 5.00 - 2014); T2 - 43.15 Mg ha-1 (7.81 - 2008 + 8.69 - 2010 + 7.89 - 2011 + 7.34 - 2012 + 5.71 - 2013 + 5.71 - 2014); 3 - 57.6 Mg ha-1 (14,45 - 2008 + 7,81 - 2009 + 8,69 - 2010 + 7,89 - 2011 + 7,34 - 2012 + 5,71 - 2013 + 5,71 - 2014). It is verified that the quality of the soil was affected by the management of the fertilization with turkey bed in the pasture. The T2 reached quadratic behavior for the carbon of the microbial biomass, metabolic and microbial quotient, where efficiency of conversion of the total organic carbon in microbial occurred in a condition without stress of the microbiota. There was an increase in total organic carbon, total nitrogen and particulate reserves for all treatments, except the control. It was also observed the reduction of the C / N ratio of the soil particulate fraction, unlike the C / N ratio of the total fraction, which did not present significance. The application of the turkey bed did not affect mycorrhizal sporulation. The attributes that best contributed to indicate soil quality in this type of management system were: microbial biomass carbon, metabolic and microbial quotient, and are therefore recommended for use in future soil quality assessments.

Keywords: microbial biomass carbon, metabolic quotient, spores

5.1 INTRODUÇÃO

As pastagens possuem um importante papel como a base da alimentação de animais ruminantes e ocupam uma área de aproximadamente 170 milhões de hectares no Brasil, porém cerca de 30 % dessas áreas estão degradadas ou em processo de degradação (FAEP, 2015). Isso tem ocorrido, principalmente, devido à ausência de práticas conservacionistas e de reposição dos nutrientes extraídos, alterando os ciclos biogeoquímicos da biota do solo (CERDA et al., 2009; DIAS-FILHO, 2011; NOVARA et al, 2015; GALATI et al., 2016).

As associações dos diversos componentes em sistemas distintos de produção, juntamente com a conservação do meio ambiente, estabelecem o princípio da reciclagem, onde o resíduo de um sistema passa a ser o insumo para que o outro produza (EMBRAPA, 2008). Segundo Brito et al. (2005) e Pauletti et al. (2008), o aproveitamento de fertilizantes orgânicos de origem animal é uma das alternativas de manejo conservacionista para o desenvolvimento de culturas, devido aos baixos custos de aquisição e os benefícios na melhoria da fertilidade e conservação do solo. A utilização de fertilizantes orgânicos de origem animal além de disponibilizar nutrientes para as plantas também possui as características de elevar ou manter os teores de matéria orgânica do solo e, como consequência, promover melhorias na qualidade do sistema solo-planta (KONZEN, 2003).

A importância da qualidade do solo se reflete em muitas questões ambientais, como o aquecimento global, assoreamento e eutrofização da água (Bell & Lawrence, 2009). Portanto, o solo tem uma alta qualidade quando é capaz de desenvolver suas funções em plenitude, como um resultado de interações entre os atributos físicos, químicos e biológicos (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

Para acompanhar e avaliar as modificações impostas nos sistemas de produção agropecuária, a pesquisa científica tem procurado atributos do solo que possam atuar como indicadores de qualidade (MORAES et al., 2014; ZORNOZA et al., 2015). Nesse contexto, muitos autores observaram que a matéria orgânica e suas frações, e a biomassa e atividade microbiana são bons indicadores de alterações da qualidade do solo em sistemas de manejo (BABUJIA et al., 2010; SOUZA et al., 2014; VAN LEEUWEN et al., 2015; LAL, 2015; MARTINS et al., 2016).

As mudanças na dinâmica do C do solo são atribuídas à produção de resíduos ou aplicação de fertilizantes orgânicos e a capacidade de entrada de energia que cada manejo apresenta (SAYER et al., 2007). De acordo com Moraes et al. (2014) e Lal (2015) o preparo mínimo do solo aliado a integração de culturas e animais e a adubação orgânica aumentam os benefícios para o sistema produtivo. Assim, se espera que essas práticas possam resultar em um aumento no potencial de produção, melhoria da qualidade do solo e água e na redução de riscos econômicos (LEMAIRE et al, 2014; SMITH et al, 2015).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar atributos indicadores de qualidade do solo em pastagem adubada com cama de peru sob pastejo rotativo no Cerrado.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado desde 2008 em área pertencente à Fazenda Alvorada, localizada no munícipio de Portelândia (GO) em um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é Aw, conforme Köppen, com precipitação pluviométrica média de 1.700 mm e temperatura média de 24,2 ºC.

A área experimental foi composta de 16 piquetes de 0,5 ha cada e os mesmos são manejados com dois dias de ocupação e um intervalo de 30 dias de descanso. A gramínea utilizada foi a *Uroclhoa decumbens* em sistema de pastejo rotativo. A taxa de lotação foi de 20 a 25 animais da raça Girolando no período chuvoso (outubro a maio) com peso vivo entre 550 Kg e 600 Kg. No período de seca (junho a setembro) os animais foram tratados com silagem de milho durante o dia e a noite pastejam na área do experimento.

A introdução da pastagem ocorreu no ano de 1995 e nos 10 anos anteriores à condução do experimento não houve correção de acidez e adubação do solo. O experimento foi implantado em outubro de 2008 com a aplicação das primeiras doses do resíduo. O resíduo utilizado como adubo orgânico foi originado de dejetos provenientes da criação de peru, com cama à base de maravalha, apresentando a seguinte composição (média de sete anos de aplicação): C-orgânico = 308 g Kg^{-1}; N = 3,2%; P_2O_5 = 3,5%; K_2O = 2,5%; Ca = 4%; Mg = 0,9%; relação C:N= 10/1; matéria seca = 73,3%; pH em água = 7,7. Consistindo nas seguintes doses acumuladas de cama de peru e os respectivos anos de aplicação: T0 – testemunha sem aplicação; T1 - 26,32 Mg ha^{-1} (8,70 – 2008 + 7,32 – 2011 + 5,30 – 2012 + 5,00 – 2014); T2 – 43,15 Mg ha^{-1} (7,81 – 2008 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014); T3 – 57,6 Mg ha^{-1} (14,45 – 2008 + 7,81 – 2009 + 8,69 – 2010 + 7,89 – 2011 + 7,34 – 2012 + 5,71 – 2013 + 5,71 – 2014).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada parcela representada por um piquete. As aplicações da cama de aviário foram realizadas a lanço no início de período chuvoso dos respectivos anos, com auxílio de uma calcareadora. Após as aplicações o pasto ficou em descanso por 45 dias e, posteriormente, ocorria a entrada dos animais para pastejo.

A coleta das amostras de solo foi realizada no mês de outubro de 2015, em que foram realizadas com a abertura de trincheiras. O solo foi amostrado, com auxílio de

espátula, na camada de 0-0,10 m e, posteriormente, foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e foram levadas ao laboratório. Para as análises dos atributos bioquímicos as amostras permaneceram refrigeradas até a finalização e para as análises dos atributos químicos as amostras foram secas ao ar, peneiradas em malha de 2 mm e armazenas.

As análises e determinações desenvolvidas foram as seguintes: carbono da biomassa microbiana (VANCE et al., 1987), nitrogênio da biomassa microbiana por Brookes (1995) com destilação em microkhjeldahl, respiração basal (ALEF & NANNINPIERI, 1995), quociente metabólico por Anderson & Domsh (1993) e quociente microbiano (BROOKES, 1995). Os teores de carbono orgânico total (COT) foram determinados por oxidação em dicromato e os teores de N total (NT) foram determinados por destilação em microkhjeldahl (Tedesco et al., 1995). A densidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) foi determinada segundo a metodologia de extração úmida de esporos do solo (GERDERMANN & NICOLSON, 1963).

O fracionamento físico da matéria orgânica foi realizado segundo Cambardella & Elliot (1992), onde 20 g de solo e 80 mL de solução de hexametafosfato de sódio (7,0 g L^{-1}) foram agitados durante 16 horas em agitador horizontal. Em seguida a suspensão foi passada em peneira de 53 µm, com auxílio de jatos de água. O material retido na peneira que consiste na matéria orgânica particulada (MOP), foi seco em estufa a 35ºC até atingir peso constante, quantificado em relação a sua massa, macerado em grau de porcelana e analisado para C e N (Tedesco et al., 1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foi aplicado a análise de regressão polinomial utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6. A contribuição relativa de cada variável analisada para variação total dos dados foi realizada pelo método de Singh (1981) conforme Cruz & Regazzi (1997).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O COT sofreu influência dos tratamentos aplicados, apresentando incremento a partir da primeira dose do adubo orgânico, houve crescimento linear do COT com o incremento das doses da cama de peru aplicadas (Figura 5a). Diferentemente o COP não apresentou diferença entre os tratamentos, apesar da adição do resíduo orgânico e de ser considerada uma fração mais sensível. A alta disponibilidade de N e P, fornecidos pela cama de peru, podem ter contribuído para o aceleramento da decomposição da fração particulada do carbono e também o tempo de realização da amostragem (mais de um ano após a última aplicação).

Nas camadas superficiais do solo (0-0,2 m) nota-se maiores teores de COT no solo, reduzindo nas camadas mais profundas ao longo do perfil do solo (Figura 5a). Nunes et al. (2011) analisaram a distribuição de COT no perfil do solo até 80 cm de profundidade, encontraram os maiores teores de COT na camada superficial (0-0,05 m), diminuindo gradativamente em profundidade, tendência em solo sob SPD, resultado está associado ao manejo do solo sem revolvimento.

Hati et al. (2006) ao estudarem o efeito combinado da adubação mineral e dejetos de animais aplicados na dose de 10 Mg ha^{-1} em um Vertisol também observaram que o dejeto de suíno aumentou o carbono orgânico no solo na camada de 0 a 15 cm, passando de 4,4 g kg^{-1} na testemunha para 6,2 g kg^{-1} com adubação mineral e dejeto animal.

De acordo com Andreola et al. (2000), quando se adiciona material orgânico ao solo, principalmente aqueles de baixa relação C/N, ocorre inicialmente a ação dos microrganismos decompositores, que passam a decompor, além do material adicionado, o C preexistente. Por outro lado, o C contido no composto orgânico é mais estável e de difícil degradação, uma vez que parte encontra-se humificada. Por essa razão, a aplicação sucessiva de composto orgânico ao solo, no decorrer do tempo, contribui para elevação dos teores de COT.

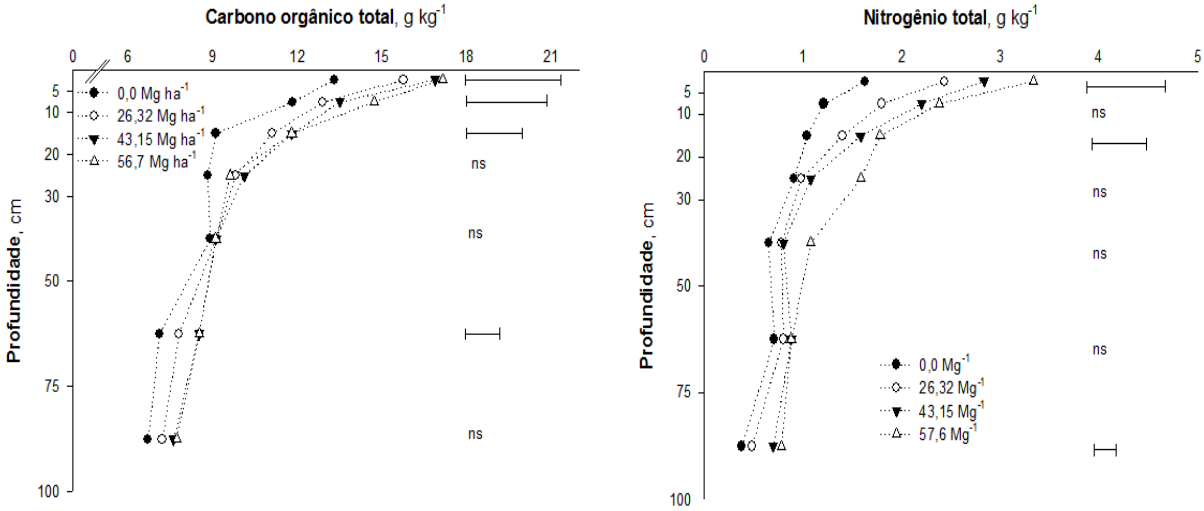

Figura 5. Carbono orgânico total e nitrogênio total, até 1 m de profundidade de um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

Nas camadas superficiais observa-se maiores quantidades de NT, diminuindo ao longo do perfil do solo até 1 m de profundidade (Figura 5b). Observa-se incrementos do NT e NP (Figuras 5b e 6b) na ordem de 50% e 142%, respectivamente, na segunda dose (T2) quando comparada com a testemunha (T0). Os teores desses atributos obtiveram uma pequena variação após a aplicação da segunda dose de cama de peru (Figuras 5b e 6b), apesar da tendência linear. Pois o nitrogênio é um nutriente muito dinâmico no solo, pode ter ocorrido a mineralização do nutriente via microrganismos, e que após a disponibilização deste no solo, pode acontecer de vários tipos de perdas como lixiviação e volatilização.

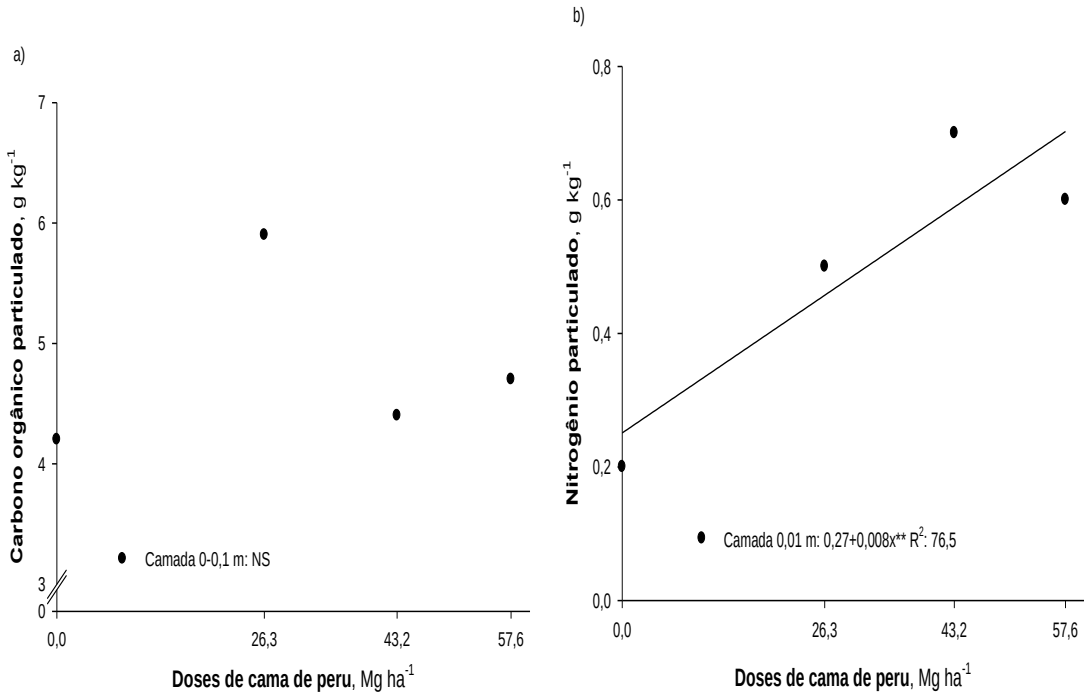

Figura 6. Carbono orgânico particulado e nitrogênio particulado do solo, na camada de 0 a 0,1 m em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

A relação COT/NT não foi influenciada pelas doses de cama de peru (Figura 7a). À medida que ocorreu o aumento do COT no solo houve também variações na reserva do NT, que a partir da segunda dose atingiu saturação no solo. Além disso, pode ter ocorrido maior imobilização pela biomassa microbiana e/ou maiores perdas por volatilização e lixiviação. Já a relação COP/NP foi maior no T0 (41) com decréscimo ao passo que houve o aumento da dose de cama de peru, chegando a 15 no T3 (Figura 7b). A alta relação COP/NP no T0 pode ser devido à ausência da aplicação da cama de peru, a qual possui alta concentração de N disponível. Já nos demais tratamentos observa-se uma diminuição da relação COP/NP, que com o aumento das doses do adubo orgânico, sofreu maior incremento de NP e não alterou a reserva de COP, que pode ter sido mais rapidamente decomposto pelos microrganismos, pelo efeito “priming”.

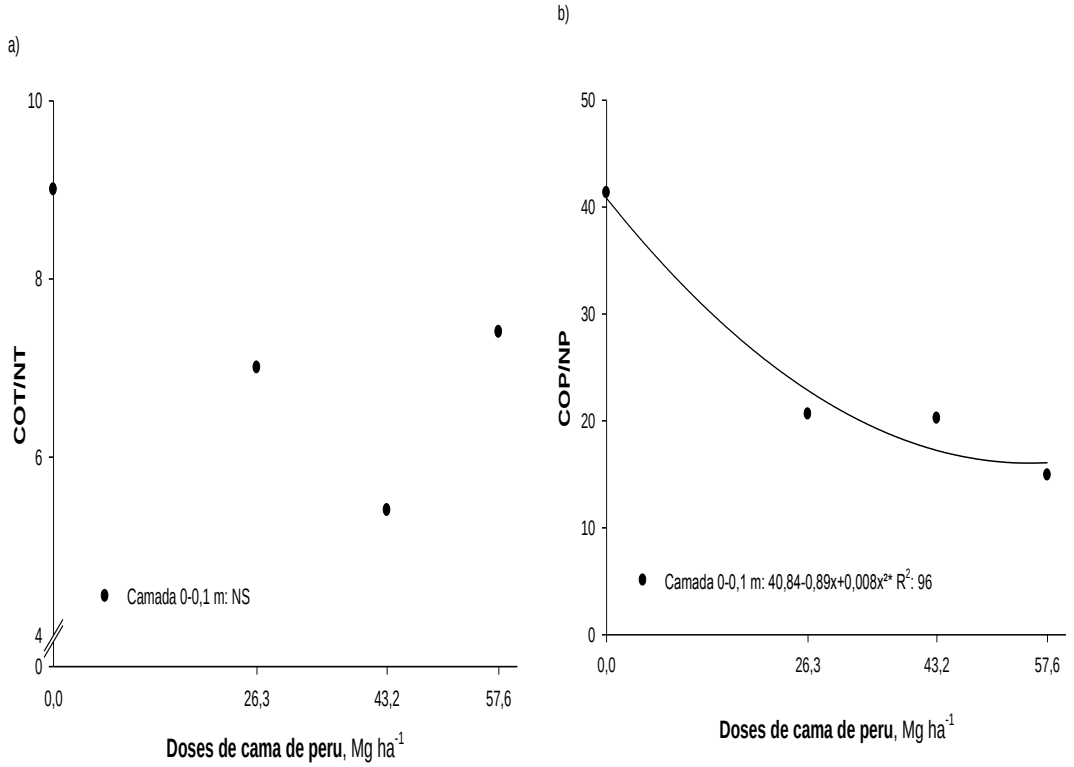

Figura 7. Relações carbono orgânico total/nitrogênio total e carbono orgânico particulado/nitrogênio particulado do solo, na camada de 0 a 0,1 m, em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

O carbono da biomassa microbiana, o quociente metabólico e o quociente microbiano foram influenciados pela aplicação de doses crescentes de cama de peru e apresentaram comportamento quadrático (Tabela 1). O N-BM apresentou tendência linear crescente e a respiração basal do solo não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos bioquímicos do solo, na camada de 0 a 0,1 m, de um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

Doses Mg ha^{-1}	C-BM µg C g solo^{-1}	C-CO_2 mg CO_2 kg^{-1} de solo dia^{-1}	qCO_2 µg C-BM mg C-CO_2	N-BM mg N Kg solo^{-1}	C-BM/COT %	Número de esporos (50 g solo^{-1})
0,0	766,69	18,1	30	48,3	3,01	110
26,32	1328,64	18,9	10	73,15	4,64	92
43,15	1526,97	18,0	10	115,03	5,04	136
57,6	886,8	18,2	20	137,84	2,76	96

Ajuste de Regressão	RQ**(1)	NS	RQ*(2)	RL*(3)	RQ**(4)	NS

**Regressão quadrática significativa a 5%: (1)carbono da biomassa microbiana; (4)quociente microbiano; (1)$y=740,62+46,65x-0,74x^2$ (R^2: 88); (4)$y=2,93+0,14x-0,002x^2$ (R^2: 88,4); *Regressão quadrática significativa a 1%: (2)quociente metabólico; (2)$y=0,03-0,001x+0,00001x^2$ (R^2: 94); *Regressão linear significativa a 1%: (3)$y=15,9+31x$ (R^2: 98); nsNão significativo a 5%.

O C-BM se apresentou como um indicador sensível de avaliação da qualidade do solo, diante dos resultados expressados pela aplicação da cama de peru. O C-BM apresentou maior teor no T2 (1526,97 mg C Kg solo^{-1}), com posterior decréscimo com o aumento da dose da cama de peru. Segundo Souto et al. (2005), a atividade microbiana no solo é extremamente estimulada com a aplicação de esterco animal, principalmente quando o material adicionado apresenta baixa relação C/N, indicando que a decomposição do esterco animal, de relação C/N menor, é rápida e que os nutrientes são rapidamente disponibilizados para as plantas, após a adição ao solo. É possível que a dose mais elevada desse resíduo tenha promovido efeito adverso na microbiota do solo, diminuindo o C-BM, mesmo que não tenha sofrido diminuição do COT no solo. Ressaltando que o período de coleta das amostras e realização das análises foram 12 meses após a aplicação da adubação orgânica. Padilha et al. (2014) em adubação orgânica na cultura do milho aos 125 dias de plantio, também observaram decréscimo do C-BM com o aumento da dose, possivelmente pelo efeito das plantas nessa última fase do experimento. Ou até mesmo algum tipo de desbalanceamento químico do solo, pode ter causado efeito limitante a microbiota nas doses mais elevadas.

A respiração basal do solo não apresentou diferença entre os tratamentos, porém o quociente metabólico atingiu menores níveis de estresse nos T1 e T2 (10 µg CO_2 g solo^{-1} x 10^{-3}). Assim, é possível verificar que houve maior liberação de C-CO_2 por unidade de C microbiano no T0, em consequência de maior atividade microbiana, o que pode indicar um ambiente submetido a alguma situação de estresse (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Possivelmente, no T0 isso ocorreu pela ausência da adubação orgânica, então os microrganismos direcionaram mais energia para a manutenção celular, em lugar do crescimento (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007), e no T3 a adição da cama de peru no solo, o qual é fonte de nutrientes e energia para os microrganismos, resultou no aceleramento da atividade microbiana na decomposição. Os menores valores de qCO_2 no T1 e T2, podem ser interpretados pela diminuição das perdas de C pela respiração (C-CO_2) por unidade de biomassa, bem como pela maior eficiência da biomassa microbiana na

utilização e conversão do C, pois ocorreu maior incorporação desse ao tecido microbiano (SAMPAIO et al., 2008; LOURENTES et al., 2011; VIEIRA et al., 2011).

Já o N-BM seguiu comportamento linear, semelhante ao NT, com 48,3 e 137,84 mg N Kg solo^{-1}, no T0 e T3 respectivamente (Tabela 1). Pode-se relacionar esse comportamento a alta disponibilidade de N pela cama de peru, que além do incremento nas reservas do solo também favoreceu a imobilização pela biomassa microbiana, evitando maiores perdas por volatilização e lixiviação (GAYA, 2004). Pinto et al. (2012) no mesmo experimento, na coleta de solo no ano de 2011, encontraram 37 e 84 mg N Kg solo^{-1} para as doses de 8,7 e 16,5 Mg ha^{-1}, respectivamente. Isso evidencia que a aplicação de doses cumulativas da cama de peru no decorrer do tempo favoreceu um maior incremento de N no sistema. Trannin et al. (2007) com a aplicação de doses acima de 12 Mg ha^{-1} de biossólido, obtiveram melhores resultados de C e N da biomassa microbiana quando comparados com a adubação mineral e os da área adjacente, sendo os menores valores observados no controle.

Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos estudados para o número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (Tabela 1). A densidade de esporos FMAs encontrada no solo foi baixa e, em geral, manteve-se inferior à faixa observada para esta cultura, que, de acordo com Siqueira & Saggin Jr. (1995), pode chegar a 215 esporos (50 g)$^{-1}$ de solo. Portanto, não se caracterizou a existência de efeito adverso da aplicação da cama de peru sobre os FMAs. Embora a *Urochloa decumbens* seja uma espécie reconhecidamente favorável à micorrização, o fato de ser o único cultivo da área pode restringir a esporulação, e também deve-se levar em conta, que a adição cumulativa da cama de aviário diminuiu a dependência de simbiose com os fungos micorrízicos (PORTO et al., 2003).

A análise multivariada foi utilizada para definir os principais atributos indicadores de qualidade do solo e que mais contribuíram para a variação total dos dados (SINGH, 1981), sendo avaliado 10 atributos de solo utilizados como indicadores da qualidade (Tabela 2). Dentre os atributos avaliados o carbono da biomassa microbiana (40,8%), o quociente microbiano (19,14%) e o quociente metabólico (12,14%) contribuíram com 72% da variação total (Tabela 2). Já os atributos que, no presente estudo, foram menos sensíveis em indicar a qualidade do solo foram o teor COT (1,1%) e a RBS (0,24%). Souza et al. (2014) encontraram como os melhores atributos indicadores de qualidade do solo: C-BM (14,3%), E-COT (12,7%), NP (11%), DMP (9,8%) e E-COP (9,0%), e como

os piores indicadores de qualidade do solo o Nitrogênio Total (0,8%), o N-AM (nitrogênio associado aos minerais - 0,5%) e o E-NT (0,5%).

De acordo com os resultados do presente estudo, verifica-se que os atributos bioquímicos do solo se sobressaíram aos demais, demostrando a importância da atividade dos microrganismos em mensurar os impactos das práticas de manejo aplicadas, refletindo na qualidade do solo.

Tabela 2. Contribuição relativa dos caracteres para diversidade avaliada pelo critério de singh (1981) em um latossolo vermelho distroférrico adubado com cama de peru.

Variável	Valor em %
C-BM	40,8
C-BM/COT	19,14
qCO_2	12,14
COP	9,3
NT	7,06
N-BM	5,7
NP	4,8
COT	1,1
RBS	0,24

5.4 CONCLUSÕES

1. A adubação com cama de peru, nesse sistema de manejo adotado, apresenta potencial de uso como condicionadora da qualidade do solo, pois promovem incremento de matéria orgânica no solo e estimula a ativação de processos bioquímicos;
2. Os atributos indicadores de qualidade do solo que foram influenciados positivamento pela aplicação da cama de peru foram: carbono da biomassa microbiana, quociente microbiano e quociente metabólico;
3. A melhor dose dentre os tratamentos utilizados foi a de 43,15 Mg ha^{-1}, refletindo positivamente sobre os atributos que mais contribuíram com a qualidade do solo.

5.5 REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M. & OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.857-865, 2000.

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience**, v, 23, p. 66-75, 2007.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R.; KLAUBERG, O. FILHO. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p. 715-724, 2005.

BRITO, O.R.; VENDRAME, P.R.S.; BRITO, R.M. Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. Seminário: **Ciência Agrária**, Londrina, v.26, p.33-40, 2005.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, v.9, p. 269-279, 1995.

CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence**. Soil Science Society American Journal**, v.56, p. 777-783, 1992.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M.O.; SILVA, A.R.; TASSO JUNIOR, L.C. & NOBILES, F.O. Atributos físicos de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar após aplicações de lodo de esgoto e vinhaça. **Revista Engenharia Agrícola,** v.26, p.738-747, 2006.

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

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

CERDA, A.; FLANAGAN, D.C.; BISSONNAIS, Y.; BOARDMAN, J. Solo e agricultura. E tamanho da terra, **Research**, v.106, p. 107-108, 2009.

COSTA, A.M. ET AL. Estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho tratado com cama de peru. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p. 73-79, 2008.

CRUZ, C.D & REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1997.

DIECKOW J, MIELNICZUK J, KNICHER H, BAYER C, DICK DP, KNABNER IK. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions af a subtropical Acrisol as influenced by long-term no till cropping systems and N fertilization. **Plant Soil**, v.268, p. 319-328, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do milho. Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 1. ISSN 1679-012, Versão eletrônica – 2ª Edição. Dez./2006. Disponível em: http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho_2ed/index.htm Acesso em: Dezembro, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solo.** Ministério tente de Agricultura e Abastecimento: Rio de Janeiro: 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: 2006.

ERNANI, P.R. Utilização de materiais orgânicos e adubos minerais na fertilização do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 82 p. 1981. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ – FAEP. Pesquisadores mapeiam áreas de pastagens, Versão eletrônica – Junho/2015. Disponível em: http://sistemafaep.org.br/pesquisadores-mapeiam-pastagens Acesso em: Fevereiro, 2017.

GALATI, A.; CRESCIMANNO, M.; GRISTINA, L.; KEESSTRA, S.; NOVARA, A. Actual disposição como critério alternativo para melhorar a eficácia dos pagamentos por serviços ambientais para o sequestro de C em vinhas semi-áridas. **Agricultura Sistemas Culturais,** v.144, p. 58-64, 2016.

HENDRICKSON, J.R.; HANSON, J.D.; DONALD, L.; SASSENRATH, G. Princípios de sistemas agrícolas integrados: introdução aos processos e definição. **Renováveis Sistemas Agrícolas e Alimentares,** v.23, p. 265-271, 2008.

KONZEN, E.A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003b. 10p. (Circular Técnica, 31).

LAL R. Restaurar a qualidade do solo para reduzir a degradação do solo. **Sustentabilidade,** v.7, p. 5875-5895, 2015.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DEDIEU B. Integrada sistemas de lavoura-pecuária: estratégias para alcançar a sinergia entre agricultura e produção e qualidade ambiental. **Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**, v. 190, p.4-8, 2014.

MENEZES, J.F.S.; ALVARENGA, R.C.; SILVA, G.P.; KONZEN, E.A.; PIMENTA, F.F. Cama de frango na agricultura: perspectiva e viabilidade técnica econômica. **Boletim Técnico**. Fundação de Ensino Superior de Rio Verde. Ano 1, n.3, fev. 2004. Rio Verde, Go, FESURV, 2004.

MOREIRA, F.M. de S & SIQUEIRA, J.O. Matéria Orgânica do Solo. In: Moreira FM de S, Siqueira JO. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2006. p.203-261.

NOVARA, A.; RÜHL, J.; LA MANTIA, T.; GRISTINA, L.; LA BELLA, S.; TUTTOLOMONDO T. Contribuição do carbono orgânico do solo nos processos de agricultura degrada. **Terra sólida,** v.6, p. 425-432, 2015.

PAULETTI, V.; BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; MONTE SERRAT, B.; SANTOS, I.R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco liquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, p.199-205, 2008.

PADILHA, K. M. de; FREIRE, M.B.G.S. dos; DUDA, G.P.; SANTOS, U.J. dos; SILVA, A.O.; SOUZA, E.R. Indicadores biológicos de dois solos com a incorporação de subproduto da agroindústria de café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p. 1377-1386, 2014.

RYSCHAWY, J.; CHOISIS, N.; CHOISIS, J.P.; JOANNON, A.; GIBON, A. Mix de sistemas de lavoura-pecuária: uma forma económica e amiga do ambiente e da agricultura. **Animal**, v.6, p. 1722-1730, 2012.

SILVA, A.P.; BABUJIA, L.C.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, R.A.; HUNGRIA, M. Microbial biomass under var ious soil-and crop- management systems in short-and long-term experiments in Brazil. **Field Crops Research**, v.119, p.20-26, 2010.

SILVA, E.E. DA.; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. Determinação do carbono (BMS-C). Seropédia: Embrapa Agrobiologia, 6 p, 2007.

SINGH D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian J Genet Plant Breed**, v.41, p. 237-245, 1981.

SMITH, P.; COTRUFO, M.F.; RUMPEL, C.; PAUSTIAN, K.; KUIKMAN, P.J.; ELLIOTT, J.A.; MC-DOWELL, R.; GRIFFITHS, R.I.; ASAKAWA, S.; BUSTAMANTE, M.; CASA, J.I.; SOBOCKA, J.; HARPER, R.G.P.; WEST, P.C.; GERBER, J.S.; CLARK, J.M.; ADHYA, T.; SCHOLES, R.J.; SCHOLES, M.C. Ciclos biogeoquímicos e a biodiversidade como chave condutores de serviços de ecossistemas fornecidos pelos solos. **SOLO**, v.1, p. 665-685, 2015.

SIX, J.; FREY, S.D.; THIET, R. K.; BATTEN, K.M. Bacterial and fungal contributions to C-sequestration in agroecosystems. **Soil Science of Society**. v. 70, p. 555-569, 2006.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARNEIRO, M.A.C.; MARTINS, A.P.; BAYER, C. Soil quality indicators in a Rhodic Paleudult under long term tillage systems. **Soil Tillage Research**, v.139, p.28-36, 2014.

SOUZA, E.D. ET AL. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1829-1836, 2009.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. ARAÚJO, G.T.; SOUTO, L.S. Decomposição de estercos dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.125-130, 2005.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A aplicação sequencial de doses crescente da cama de peru foi eficiente em promover melhorias nos atributos químicos e bioquímicos do solo, com o aumento dos teores e estoques de C e N do solo.
2. As avaliações das taxas de acúmulo de matéria orgânica na camada de 0-0,2 m subestimam os resultados em relação à camada de 0,0-1,0 m.
3. A adubação com cama de peru, nesse sistema de manejo adotado, apresenta potencial de uso como condicionadora da qualidade do solo, pois estimula a ativação de processos bioquímicos;
4. Os atributos indicadores de qualidade do solo que foram influenciados positivamento pela aplicação da cama de peru foram: carbono da biomassa microbiana, quociente microbiano e quociente metabólico;
5. A melhor dose dentre os tratamentos utilizados foi a de 43,15 Mg ha^{-1}, refletindo positivamente sobre os atributos que mais contribuíram com a qualidade do solo.

ANEXO 1

ANEXO 1 –VISTA DO EXPERIMENTO E COLETA DAS AMOSTRAS DE SOLO DO EXPERIMENTO EM TODOS OS TRATAMENTOS