

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

NILSON MARCOS BALIN

**INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E NO
ESTOQUE DE CARBONO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2013

NILSON MARCOS BALIN

**INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E NO
ESTOQUE DE CARBONO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar
Conceição

DOIS VIZINHOS

2013

B186i Balin, Nilson Marcos.
Influência do uso do solo nos atributos físicos e no estoque de carbono / Nilson Marcos Balin – Dois Vizinhos :[s.n], 2013. 55 f.:il.

Orientador: Paulo César Conceição
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2013.

Bibliografia p.49-55

1.Solo-manejo. 2.Solo-uso 3.Carbono I.Conceição, Paulo César, orient.II.Universidade Tecnológica Federal do Paraná– Dois Vizinhos.III.Título

CDD: 631.4

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos

Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS E NO ESTOQUE DE CARBONO

por

NILSON MARCOS BALIN

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo César Conceição
Orientador

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Mauricio Vicente Alves
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai criador, pelas graças concedidas.

Ao professor Paulo Cesar Conceição pela orientação e disponibilidade constante para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos demais professores que de alguma forma contribuíram para o encaminhamento desse trabalho.

Ao grupo de pesquisa de ciência do solo pelo apoio nas atividades de campo e laboratoriais.

A todos os colegas de graduação pelo convívio e amizade nesse período.

A Juliana Brufatti minha noiva pela força, compreensão e carinho nesse período de trabalho.

A minha família pelo grande apoio concedido em todos os momentos.

Ao laboratório de solos pelo apoio no processamento das análises.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos pela oportunidade do conhecimento.

RESUMO

BALIN, Nilson Marcos. **Influência do uso do solo nos atributos físicos e no estoque de carbono.**.. 2013 p.61. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em engenharia florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois vizinhos, 2013.

As formas de uso do solo, juntamente com as formas de manejo, são fatores que influenciam e alteram os atributos do solo, podendo promover aumento ou redução da estabilidade de agregados, porosidade e estoque de carbono no solo. O presente estudo justifica-se pela necessidade de se obter informações sobre a influência dos diferentes tipos de uso do solo aplicados no Campus Dois Vizinhos, nas propriedades físicas e no o estoque de carbono. O presente estudo foi conduzido nos domínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- campus Dois Vizinhos. Para a avaliação foram selecionadas quatro áreas distintas de uso do solo, sendo elas uma área com pastagem (PAST), área com floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração (MATA), área com culturas anuais (LAV), área com plantio florestal de eucaliptos 10 anos de idade (EUC). As variáveis analisadas foram: diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados, porosidade, densidade, estoque de carbono e fracionamento físico granulométrico. O sistema de uso e manejo do tratamento MATA apresentou a maior estabilidade de agregados, porosidade total, macroporosidade em relação aos demais tratamentos, além de apresentar menor densidade. O tratamento PAST apresentou a maior porcentagem de microporosidade entre os tratamentos. O sistema de uso e manejo do solo com PAST foi responsável pelo maior acúmulo de carbono orgânico total (COT) e 25% desse carbono estão no Carbono orgânico particulado (COP). O tratamento LAV, apresentou o menor acúmulo de COT. Os tratamentos MATA e EUC apresentaram valores intermediários, sendo que ambos apresentaram 68% do seu carbono associado com os minerais (CAM). No tratamento MATA, 35% do carbono está no COP.

Palavras-chaves: Densidade. Manejo. Agregados. Matéria orgânica. Porosidade

ABSTRACT

BALIN, Nilson Marcos. **influence of land use in physical attributes and carbon stock**. 2013 p.61. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em engenharia florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois vizinhos, 2013.

The forms of land use, together with the forms of management are factors that influence and change the attributes of the soil, which may promote an increase or decrease aggregate stability, porosity and carbon storage in soil. This study is justified by the need to obtain information about the influence of different types of land use application in Campus Neighbors Two, the physical properties and the carbon stock. This study was conducted in the areas of Federal Technological University of Paraná-campus Two Neighbors. For the evaluation we selected four distinct areas of land use, which were an area with pasture (PAST), Araucaria forest area in middle stage of regeneration (MATA), area with annual crops (LAV), area of forest plantation eucalyptus 10 years of age (EUC). The variables analyzed were: geometric mean diameter (GMD) of aggregates, porosity, density, carbon storage and physical fractionation grain size. The system use and management of treatment MATA had the highest aggregate stability, porosity, macroporosity compared to other treatments, besides having lower density. Past treatment had the highest percentage of microporosity between treatments. The system use and soil management with PAST was responsible for greater accumulation of total organic carbon (TOC) and 25% of this carbon is in particulate organic carbon (POC). Treatment LAV, had the lowest accumulation of TOC. Treatments and MATA EUC had intermediate values, both of which had 68% of its carbon associated with minerals (CAM). In the treatment kills 35% of carbon is in the COP.

Key Words: Density. Management. Aggregates. Organic Matter. Porosity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização dos quatro tratamentos.....	17
Figura 2: Área com pastagem (PAST).....	18
Figura 3; Pastagem formada por grama-estrela (<i>Cynodon nlemfuensis</i>).....	19
Figura 4: Área com floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração (MATA).....	20
Figura 5: Floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração.....	20
Figura 6: solo com serapilheira	21
Figura 7: Área com culturas anuais (LAV)	22
Figura 8: Área experimental com sistema de plantio direto.....	22
Figura 9: Área com plantio florestal de eucaliptos 10 anos de idade (EUC).....	23
Figura 10: Área de estudo de <i>eucalyptus urophylla</i>	24
Figura 11: Solo protegido com grossa camada de serapilheira	24
Figura 12: Agregados após processamento manual.....	26
Figura 13: Anel volumétrico, (anel de Kopeck) para determinar densidade.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliação do diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, Sendo analisados quatro tratamentos diferentes e em quatro níveis de profundidade.....	31
Tabela 2: Determinação da porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade em quatro usos distintos do solo, sendo avaliado em quatro níveis de profundidades.....	36
Tabela 3: Determinação do estoque de carbono orgânico total (COT), Carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (CAM) em 4 (quatro) sistema de manejo e 5 (cinco) profundidades do solo.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	9
2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 DESCRIÇÕES DAS ÁREAS DE ESTUDO	18
4.2 AGREGADOS	25
4.3 DENSIDADE	26
4.4 POROSIDADE TOTAL	27
5.5 MICROPOROSIDADE	28
5.6 MACROPOROSIDADE	29
5.7 ESTOQUE DE CARBONO	29
5.8 FRACIONAMENTO FÍSICO GRANULOMÉTRICO	29
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1 DIÂMETRO MÉDIO GEOMÉTRICO (DMG) DOS AGREGADOS	31
6.2 POROSIDADE	35
6.3 CARBONO.....	40
7 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745 As formas de uso do solo, juntamente com as formas de manejo, são fatores que afetam diretamente os atributos do solo, dentre eles os físicos e o estoque de matéria orgânica. A partir do momento em que se remove a cobertura vegetal natural do ambiente estamos sujeitando o sistema a sofrer mudanças pela ação do novo modelo proposto, tanto em suas propriedades físicas quanto em suas propriedades químicas e biológicas, podendo provocar um desequilíbrio no ecossistema, (CARNEIRO et al., 2009, p.147-157).

Com a retirada da cobertura vegetal de origem, o solo se torna vulnerável a impactos ambientais. Entre eles, os mais visíveis são os processos erosivos, que ganham formas e dimensões rapidamente, e se nenhum sistema de manejo for aplicado para mitigá-los, chegarão a proporções irreversíveis, sendo as perdas de solo, fertilidade e matéria orgânica, elevadas, contribuindo também para acarretar assoreamento dos corpos hídricos. A gravidade dos processos erosivos será influenciada pelo tipo de relevo, intensidade de chuva, mas principalmente pela presença ou ausência de vegetação, além do próprio tipo de vegetação (GUERRA, 1998, p.149-209).

Nos ecossistemas naturais ou com a mínima intervenção antrópica, os atributos do solo se mantêm estabilizados, pois esses sistemas são capazes de manter e conservar suas propriedades edáficas. Nesses sistemas não ocorrem perdas significativas, pois tudo faz parte de um processo cíclico, proporcionado pelo acúmulo de resíduo vegetal no solo. Em contrapartida, quando ocorre à ação do homem e, principalmente, quando atua de forma inadequada, fazendo o mau uso do solo, os processos degradativos são iminentes, e a perda da fertilidade juntamente com a produtividade, onde torna o sistema com baixa sustentabilidade (DECHEN et al, 2004, p.1-28).

As áreas de pastagens foram formas baratas e rápidas de ocupar grandes extensões de terra, tendo como característica extrativismo e não conservacionismo. A maioria dessas áreas foi englobada sem qualquer plano de manejo, e as propriedades físicas e o estoque de matéria orgânica, e demais atributos do solo

foram alteradas. Por isso, hoje grande parte das áreas de pastagem se encontram em estágios críticos de degradação (MACEDO, 1993, p.217-245).

Nos sistemas agrícolas a redução do estoque de matéria orgânica é acelerada pelo maior nível de revolvimento do solo, que favorece a decomposição da matéria orgânica, é influenciada pelo rompimento dos agregados e maior exposição do solo aos agentes climáticos. Portanto, práticas de manejo com mínimo revolvimento são cruciais para conservação e manutenção da matéria orgânica e de todas as demais propriedades que estão inter-relacionados como, estabilidade de agregados, resistência à erosão entre outras (CONCEIÇÃO, 2006, p.1-155).

Os plantios florestais têm grande relevância econômica para o país, pois além de gerar riquezas, geram empregos diretos e indiretos. Os sistemas florestais têm boa capacidade de abrigar e fornecer condições ideais para biodiversidade, sendo que as florestas plantadas apresentam grande capacidade de regeneração dos seus sub-bosques naturais, onde contribui para a manutenção e conservação da biodiversidade (FONSECA, 1984, p.1-78).

O uso de plantios florestais substituindo as florestas nativas apresenta um grande efeito no estoque de nutrientes, os quais são retirados do sistema pela colheita da madeira, mas, porém quando manejado de forma sustentável, ou seja, deixado parte do resíduo vegetal sob o solo, como cascas, galhos e folhas, esse efeito pode ser mitigado. Quanto maior for a cobertura com esse resíduo ou de serrapilheira, melhor será a eficiência dos sistemas florestais em interceptar a água das chuvas, diminuindo o impacto das gotas, minimizando os processos erosivos, principalmente após a colheita. A serrapilheira atua diretamente no aumento de matéria orgânica do solo, bem como aumenta a infiltração e o armazenamento de água no solo (OLIVEIRA, 1987, p.1-107).

De modo geral o uso do solo influencia diretamente na sua conservação, pois suas propriedades ou atributos podem ser alterados pela ação do homem com destaque para as propriedades físicas e o estoque de matéria orgânica e carbono no solo. Portanto, o presente estudo justifica-se pela necessidade em se obter informações sobre a influência dos diferentes tipos de uso do solo no Câmpus da instituição, referente às propriedades físicas e o estoque de carbono.

2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem por objetivo, avaliar o efeito de diferentes sistemas de uso do solo sob os atributos físicos e estoque de carbono. Como objetivos específicos o trabalho apresenta os seguintes:

- Avaliar a estabilidade de agregados em sistemas de pastagem, floresta de eucalipto, lavoura, e tendo um fragmento florestal em estágio médio de regeneração como referencia de condições menos antropizados;
- Determinar o estoque de carbono do solo sob esses diferentes usos do solo, bem como a sua compartimentalização, COT, COP e CAM;
- Avaliar o efeito dos sistemas de uso do solo sobre as propriedades físicas do solo;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A degradação dos solos é devido ao mau uso e formas de manejos inadequados do solo. Entre as alterações sofridas, uma das mais influenciada é a estrutura do solo visto que ela tem dependência direta dos processos de agregação do solo (SILVA, 2000, p.191-199). Portanto, a proteção e recuperação dos solos são fundamentais para garantir uma sustentabilidade agrícola, mitigando futuros impactos ambientais (BELOTTI, 2005, p1-7).

Os processos de degradação e recuperação do solo estão ligados e são influenciados pela estrutura do solo, onde, portanto a recuperação e conservação do mesmo são afetadas pelo tipo de solo, estrutura e manejo ao longo do tempo de uso (REINERT, 1998, p.251).

O uso do solo com revolvimento mínimo e principalmente com manutenção dos resíduos vegetais sobre a superfície tem grande influencia na estabilidade dos agregados, bem como no aumento do diâmetro médio dos mesmos, os quais são favorecidos pelo aumento do teor de matéria orgânica (CAMPOS et al, 1997, p.473-480).

Um das principais formas de avaliar se um sistema de manejo é ou vai ser sustentável, é determinar o quanto o manejo vai influenciar ou alterar as propriedades físicas do solo, pois, para qualquer sistema de manejo ter sustentabilidade, necessariamente ele precisa manter as condições originais ou o mais próximas possível em que se encontrava a natureza (LLANILLO et al., 2006, p. 205-220).

Uma forma de mitigar os impactos nos atributos físicos do solo é adoção do sistema de plantio direto, o qual tem como função manter a sustentabilidade agrícola e florestal, pois atua diretamente no incremento da matéria orgânica, bem como, no controle dos processos erosivos, fatores cruciais para manter um sistema sustentável (RESCK, 1999, p-4).

Os efeitos mais significativos nos atributos do solo são proporcionados pelos sistemas de monoculturas, como as áreas de pastagens, lavoura e os plantios florestais que cada dia ganha mais espaço, impulsionados pelo déficit de madeira e seus subprodutos em muitas regiões do país, assim como, a demanda de alimentos provocados pelo aumento da população. O uso e o manejo intensivo e exaustivo do

solo, na busca de maior produção de alimentos ou outros subprodutos, acabam exaurindo e degradando o solo que, como todo recurso natural, também se esgota e se torna improdutivo, inviável para o uso, pois seu tempo de vida útil no ecossistema é dependente das formas de uso e manejos adotadas pelo homem (COGO; LEVIEN, 2000, p. 605).

Para fazer a escolha correta do uso do solo, necessita-se fazer uma avaliação minuciosa do ecossistema, na qual esta a área de interesse. Esses parâmetros não são apenas de solo, como suas propriedades físicas, químicas e biológicas, mas sim, analisar disponibilidade de água, tipo de solo, relevo, tipo de vegetação e clima. Com esses parâmetros conhecidos, permite fazer um planejamento do potencial do uso desse solo, portanto respeitando seus limites e aproveitando sua máxima capacidade de produção, tornando assim um solo sustentável (LEPSCH, 1991, p.1-175).

As formas de uso e manejo do solo são responsáveis pela entrada de C no sistema, mas também pela saída de C do solo para atmosfera. Nos sistemas agrícolas, essa atividade é muito influenciada pelo número de rotações, formas de preparo do solo, tipo de espécie, adubação e principalmente pela forma em que vai ser trabalhado com os resíduos das culturas (LAL; BRUCE, 1999, p.177-185).

Em áreas de florestas naturais o carbono permanece mais estável, em contrapartida nos sistemas em que se faz o cultivo e manejo do solo, a redução de carbono é acentuada. Quanto maior for intensificação do cultivo e manejo do solo maior será a redução do carbono, portanto em cultivos agrícolas a redução de carbono tende a ser maior que nos demais sistemas de cultivos (RANGEL, 2007, p.1609-1623).

Um dos fatores que influencia o aumento da emissão de CO₂ para atmosfera, é a desestruturação física do solo, ou seja, processos de desagregação, que torna o solo frágil, e principalmente aceleram as atividades de decomposição da matéria orgânica, (ZINN et al. 2005). p.28-40

Os sistemas florestais apresentam grande capacidade de captura de CO₂, pois espécies como eucaliptos de crescimento rápido, se tornam uma excelente alternativa para captura de carbono da atmosfera, sendo o lenho um dos maiores acumuladores. As plantações de eucaliptos se estiverem bem estabelecidas a campo, com bons tratamentos culturais, são capazes de fixar 100 e 400 t ha⁻¹ de CO₂ durante seu ciclo de desenvolvimento (ECOAR, 2003, p.1-5).

Para Andreola (1996, p.857-865), solos em sistemas naturais têm ou apresentam atributos físicos e condições agrônômicas desejáveis, são sistemas sustentáveis, mas a partir do momento em que se começa fazer o manejo e uso do solo, esse sistema vai sofrendo alterações nas propriedades físicas, como densidade, porosidade e estrutura de agregados, além de mudanças no pH, fertilidade entre outras, sendo que quanto mais intensivo for o cultivo, maiores serão as alterações.

A estabilidade de agregados está relacionada ou interligado diretamente com o estoque de matéria orgânica presente no solo, pois solos que apresentam baixo teor de matéria orgânica, geralmente apresentam menor estabilidade. Esse fenômeno é considerado como um indicador de qualidade. Quanto maior for o aporte de resíduos deixado sobre o solo, maior é o teor de matéria orgânica adicionado, o que melhora a atividade biológica, onde os compostos do metabolismo atuam na estabilidade de agregados, o que confere uma melhor estrutura e resistência do solo contra processos erosivos, sendo assim, diminuindo a degradação do solo (COSTA et al., 2004, p. 587-589).

Outro atributo que é muito afetado pelo tipo de manejo e uso do solo e sensível às condições ambientais é a matéria orgânica, há qual esta muito relacionada diretamente com os atributos físicos, químicos e biológicos. Portanto, a matéria orgânica influencia na estruturação, retenção de água e ciclagem de nutrientes e todas as demais propriedades do solo (STEVENSON, 1994, p.496). Estudos realizados CARPENEDO e MIELNICZUK, (1990, p.99-105); SILVA e MIELNICZUK, (1997, p. 113-117); SALTON, (2005, p.1-158); CONCEIÇÃO, (2006, p.1-155), mostram que na medida em que se tem um maior aumento no incremento do teor da matéria orgânica do solo, há um aumento na agregação. Porém, quando se faz o revolvimento do solo, tem-se maior perda de MOS, em virtude do rompimento dos agregados, o que produz uma maior liberação de CO₂ resultante da exposição da matéria orgânica do solo à decomposição pelos microrganismos, fenômeno que atua na redução do estoque de MOS. Para mitigar ou reduzir esse processo de decomposição, é crucial o uso de técnicas com revolvimento mínimo do solo, promovendo então o acúmulo da matéria orgânica.

A estabilidade de agregados é um indicador de qualidade do solo, porém, a formação dos agregados é dependente dos processos químicos, físicos e biológicos que ocorre ao mesmo tempo no solo, processos esses que são alterados facilmente

pelas formas de uso e manejo do solo. Além disso, a formação dos agregados é envolvida por substâncias que atuam como cimento no processo de formação, a exemplo de argila, matéria orgânica; sílica e óxidos em geral (SILVA; MIELNICZUK, 1997, p. 113-117).

A concentração de carbono no solo em sistemas de pastagens bem manejadas pode ser maior que até mesmo em áreas de florestas nativas, pois esses sistemas quando manejados de forma correta, aumentam muito seu potencial produtivo, além de proporcionar aumentos significativos no estoque de C do solo, contribuindo com a conservação do mesmo (Moraes et al., 1996, p:63-81). Diferente disso, Leite et al. (2003, p.821-832), constataram a diminuição do carbono em todas as frações do solo, quando é feito a substituição da floresta nativa por sistemas de culturas anuais.

A densidade do solo é uma propriedade afetada pelo manejo e uso do solo, onde representa como está a estrutura do solo. A densidade é determinada em base do volume e massa do solo (KLEIN, 2008, p.1212). Os solos florestais de forma geral têm-se mostrado como um sistema eficiente no controle de erosão, diminuição de compactação, densidade, pelo fato de melhorar e ter maior capacidade de armazenamento e condução de água, além de aumentar a estabilidade de agregados, tudo gerado pelo fato de ter um maior aporte de material e resíduo sobre a superfície do solo, o qual os torna mais resistentes aos processos degradativos (LEROY et al., 2008, p. 139-147).

O avanço dos plantios de eucaliptos no país se deve pela grande demanda de matéria prima, especialmente para energia e celulose, além disso, destaca-se o grande avanço da silvicultura nesse seguimento (LIMA, 1987, p.114). Garay et al.,(2003, p. 705-712), destaca também a grande capacidade produtiva e de adaptação da espécie, onde proporciona sua expansão, além de explicar o grande leque de produtos, bem como de áreas plantadas. Segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura- SBS, (2006), o grande avanço dos plantios florestais no Brasil com eucaliptos, deve-se principalmente a boa facilidade ou capacidade de adaptação da espécie nas mais variadas condições edafoclimáticas, bem como, sua grande diversificação de uso de sua madeira.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido nos domínios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Dois Vizinhos, com localização de latitude-25°41'50''S, longitude de -53°05'56''W e altitude média de 530 metros. O solo é classificado como um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006 p.1-286), e o clima, segundo a classificação de Koppen é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio, inferior a 18°C e o mês mais quente, acima de 22° C. A formação vegetal original é caracterizada como floresta Ombrófila mista em estágio médio de regeneração.

Para a avaliação da influencia do uso solo foram selecionadas quatro áreas distintas do uso do solo, que apresentam as seguintes formas de uso e manejo e localização conforme figura 1.

- Área com pastagem (PAST);
- Área com floresta Ombrófila Mista em estagio médio de regeneração (MATA);
- Área com culturas anuais (LAV);
- Área com plantio florestal de eucaliptos 10 anos de idade (EUC);



**Figura 1: Localização dos tratamentos dentro do Campus da UTFPR.
Fonte: (Google Earth 2002).**

4.1 DESCRIÇÕES DAS ÁREAS DE ESTUDO

A área de pastagens esta localizada nos domínios da UTFPR-DV, sob-responsabilidade do setor de bovinocultura de leite (figura 2). O tipo de pastagem é formado por grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*), conforme figura 3, a qual é utilizada para repouso do gado no período noturno. O sistema se encontra em níveis estáveis de uso das pastagens, pelo fato de não estar sofrendo alto grau de pisoteio e pastejo no período diurno. Para avaliação dessa área, foram trabalhados com três repetições.



Figura 2: Área com pastagem (PAST)
Fonte: (Google Earth 2002).



**Figura 3; Pastagem formada por grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*).
Fonte: O autor (2012).**

A área de floresta esta localizada na trilha ecológica da UTFPR-DV (figura 4), com uma formação vegetal caracterizada do tipo floresta Ombrófila Mista em estagio médio de regeneração, conforme figura 5. A área escolhida para o estudo está em estagio médio regenerativa, pois nessas áreas, os processos de recuperação do solo já são mais representativos do estado natural ou de origem da cobertura vegetal. O solo desta área se encontra completamente coberto com serapilheira conforme visto na figura 6. Para efeito de comparação, esse tratamento será a referência, pressupondo que seja o sistema modelo de conservação do solo.



Figura 4: Área com floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração (MATA)
Fonte: (Google Earth 2002).



Figura 5: Floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração
Fonte: O autor (2012).



Figura 6: solo com serapilheira
Fonte: O autor (2012).

A área de culturas anuais está localizada próxima ao setor de mecanização conforme figura 7, a qual é manejada sob o sistema de plantio direto conforme figura 8. Nessa área é cultivado milho no verão e no inverno aveia como planta de cobertura, sendo essa área totalmente mecanizada.



Figura 7: Área com culturas anuais (LAV)
Fonte: (Google Earth 2002).



Figura 8: Área experimental com sistema de plantio direto.
Fonte: O autor (2012).

Área de estudo de *eucalyptus urophylla* está localizada em um plantio florestal da UTFPR-DV (figura 9), com 10 anos de idade, tendo sido implantada em setembro de 2003, com adubação mínima de base NPK na cova. O espaçamento é de 2 x 2.5 m, com 2000 árvores por hectare. Nesse plantio foram realizados alguns tratamentos silviculturais como coroamento, desrama aos dois e aos quatro anos de idade, mas, porém, não foi realizado nenhum tipo de desbaste. Portanto, o povoamento está com densidade completa, excetuando a mortalidade inicial que é normal em qualquer povoamento florestal. O povoamento tem uma altura média de 32 metros e em média 35 cm de diâmetro altura do peito (DAP), apresenta fustes retos e cilíndricos, com copas bem formadas, tendo um bom arranjo espacial.

A floresta de *eucalyptus urophylla* apresenta uma grande quantidade de serapilheira disposta sobre o solo como pode se observar na figura 11, porém, não apresenta sub-bosque (figura 10), pois o mesmo tinha sido retirado no momento que foi realizado os tratamentos culturais.



Figura 9: Área com plantio florestal de eucaliptos 10 anos de idade (EUC)
Fonte: (Google Earth 2002).



Figura 10: Área de estudo de eucalyptus urophylla
Fonte: O autor (2012).



Figura 11: Solo protegido com grossa camada de serapilheira.
Fonte: O autor (2012).

As áreas de estudo estão localizadas em situações semelhantes de

topografia, clima e solo, para minimizar interferências, possibilitando determinar a influencia dos diferentes tipos de usos e manejos do solo nos atributos físicos e no estoque de carbono do solo. Para a coleta das amostras, foram abertas minitrincheiras de 30X30 cm com auxílio de pá de corte até 40 centímetros, sendo que a partir dos 40 até os 60 centímetros de profundidade foi usado um trado holandês, para facilitar o processo de coleta. As camadas avaliadas foram de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40 para todas as análises e 40-60 cm, exclusivamente para análises de COT. As amostras foram identificadas e levadas para laboratório, onde foram avaliadas conforme as metodologias descritas para cada variável.

4.2 AGREGADOS

Para coleta dos agregados foram retirados os blocos de solo, sem que houvesse deformação ou rompimento forçada do mesmo com auxílio de espátulas dentro de cada minitrincheira. Os blocos indeformados foram envolvidos por papel alumínio e acondicionados em bandejas com tampa, devidamente identificadas, armazenadas em local fresco e seco. O processo de desagregação do solo foi feito manualmente nos pontos de fraqueza para reduzir o tamanho das partículas até que passassem em peneira de 9,51 resultado em amostras conforme figura 12. A determinação dos agregados estáveis em água no laboratório foi baseada na metodologia descrita por Carpernedo e Mielniczuk (1990, p.99-105). Amostras com 50 gramas de solo foram pesadas, disposta em papel filtro acondicionada dentro de latinhas de alumínio, às quais foram adicionados 100 ml de água destilada, com a finalidade de umedecer o solo durante 12 horas. Após as amostras foram colocadas no agitador de agregados, que separou agregados em 5 classes (4,76-2,00, 2,00-1,00, 1,00-0,50, 0,50-0,25 mm), através das sequencias de peneiras do agitador, com processo de agitação por 15 minutos. As peneiras foram retiradas do agitador e os agregados transferidos de cada peneira com auxílio de jato d'água para latinhas previamente taradas que foram levadas para secar na estufa a 105 °C, por dois dias até perder toda a umidade. Após esse período as amostras foram pesadas para determinação de agregados, permitindo mediante cálculos determinar a estabilidade

de agregados no solo. Para interpretação dos resultados dos agregados foi usado o parâmetro diâmetro médio geométrico (DMG).



Figura 12: Agregados após processamento manual
Fonte: O autor (2012).

4.3 DENSIDADE

Para cada tratamento foram coletados 2 (dois) pontos por bloco sendo 24 anéis por tratamento. Após a coleta dos anéis foi feita a preparação da amostra ou “toalete” da amostra, ou seja, nivelando as bordas da amostra com as superfícies do anel, com muito cuidado para não danificá-la. Posteriormente esse material foi passado para latas e pesado o conjunto lata + solo úmido, que foi levado para estufa a 105 °C durante 24 horas para secar, até perder toda a umidade. Após esse período foi retirado às amostras e pesado o solo seco, sendo que pela diferença do solo úmido menos o solo seco dividido pelo volume do anel, obtemos a densidade do solo. Nesse estudo primeiramente foi determinado à porosidade total em seguida com o solo seco, foi calculado a densidade do mesmo, segundo o método descrito em Embrapa (1997,p.1-212). Para determinação da densidade do solo foi usado o

método do anel volumétrico, (anel de Kopeck) conforme figura 13. Para obtenção dos resultados foi utilizado a formula 1.

Calculo de densidade (formula 1)

$$\text{DENSIDADE APARENTE (g cm}^{-3}\text{)} = a / b \text{-----(1)}$$

Onde:

a = peso da amostra seca a 105°C (g)

b = volume do anel ou cilindro (cm³)



Figura 13: Anel volumétrico, (anel de Kopeck) para determinar densidade.
Fonte: O autor (2012).

4.4 POROSIDADE TOTAL

A porosidade total foi determinada pelo método descrito em Embrapa (1997p.1-212), utilizando anéis volumétricos de volume conhecido. As amostras foram saturadas durante períodos definidos, após a saturação das amostras, as mesmas foram pesadas para determinar o volume de porosidade total.

A porosidade total foi determinada por (formula 2)

$$\mathbf{VPT\ (\%)\ = (V_t - V_S) / V_C * 100} \quad (2)$$

Onde:

VTP= Volume de porosidade total

Vt-VS= Volume de água perdida a 105 °C

Vt= Volume da amostra do solo

Vt=Solo saturado

VS= Solo seco

Vc=Volume do anel

5.5 MICROPOROSIDADE

5.5.1 Método Mesa de Tensão

As amostras saturadas foram colocadas sob a mesa de tensão a qual retira a água dos macroporos. Após pesagem, antes e depois de ir à estufa a 105^oC, obtém-se o volume de macro e microporos contidos na amostra, através das formulas 2, 3 e 4.

O procedimento depois da mesa de tensão preparada foi colocar os anéis contendo as amostras saturadas e pesadas sobre o papel mata-borrão, cobrir com bandeja de plástico e abaixar o nível de sucção correspondente a 60 cm de altura de coluna d'água. Após 24 horas, retirar os anéis, pesar, repetindo a operação por mais 24 hs. Após as 48 horas, pesar e determinar o peso do bloco seco a 105^o C.

Calculo para microporosidade (formula 3)

$$\mathbf{MICROPOROSIDADE\ = (a - b) / c} \quad (3)$$

Onde:

a= peso da amostra após ser submetida a uma tensão de 60 cm de coluna de Água.

b = peso da amostra seca a 105°C (g).

c = volume do cilindro

5.6 MACROPOROSIDADE

Volume do solo que corresponde aos poros com. A qual se da através do calculo da diferença entre porosidade total menos microporosidade do solo, conforme a formula 4.

$$\text{MACROPOROSIDADE} = \text{Porosidade total} - \text{microporosidade} \quad (4)$$

5.7 ESTOQUE DE CARBONO

A coleta de campo foi feita em quatro minitrincheiras por ponto dentro de cada repetição dos blocos do tratamento, onde cada ponto resultou uma única amostra composta para cada profundidade. Após de devidamente identificado, o material foi levado para secar na casa de vegetação, moído em moinho de martelo, e por fim, realizado a determinação do estoque de carbono para cada área. O teor de carbono foi determinado de acordo com a metodologia descrita em Yeomans e Bremner (1988, p.1467-1476), com o uso do bloco de digestão, que uniformiza a temperatura durante o processo de digestão, aumentando o número de amostras manipuladas por bateria (40 por vez). Esse método permite também diminuir a quantidade de solo e a quantidade de dicromato de Potássio utilizada em relação ao método de Walkey & Black. Para presente avaliação foi pesado 0.3 gramas de solo moído a 2 mm, com auxílio de balança de precisão.

5.8 FRACIONAMENTO FÍSICO GRANULOMÉTRICO

Para realizar o fracionamento físico granulométrico foram pesados 20 gramas de solo, colocados em frascos tipo “snap-cap” de 100 mL e adicionados 60 mL de hexametáfosfato de sódio (5 g L^{-1}). As amostras foram agitadas durante 15 horas em agitador horizontal (150 oscilações por minuto) e a suspensão passada em peneira de 0,053 mm com auxílio de jato de água. O material retido na peneira 0,053 mm foi transferido para recipientes de 100 mL, seco em estufa a 50°C , por 48 horas e pesado. Posteriormente a amostra foi moída e analisada quanto ao teor de C conforme descrito no item anterior. O C do material que ficou na peneira corresponde ao carbono orgânico particulado (COP). O carbono associado aos minerais (CAM) foi obtido por diferença entre o COT e o COP. A metodologia adotada foi a descrita em Cambardella e Elliott (1992, p.777-783).

Análise estatística

Os resultados obtidos nesse estudo foram analisados pelo programa estatístico ASSISTAT e realizado o teste estatístico de Tukey a 5 % de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 DIÂMETRO MÉDIO GEOMÉTRICO (DMG) DOS AGREGADOS

A tabela 1 apresenta a análise de variância dos resultados de diâmetro médio geométrico (DMG). Quando analisado a camada superficial do solo na profundidade de 0-5 cm, pode se observar que os tratamentos com eucaliptos (EUC) e mata (MATA) não apresentaram diferença estatística entre si, entretanto, foram diferentes estatisticamente do tratamento lavoura (LAV), o qual não se diferenciou do tratamento pastagem (PAST). Isso pode se justificar devido aos tratamentos EUC e MATA serem formados por plantas perenes, onde o solo fica protegido pela serapilheira, que faz deposição contínua de matéria orgânica para o solo. Estudos realizados por OSÓRIO FILHO et al. (2002, p.5), mostram que áreas com plantas perenes podem apresentar maior diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em relação aos solos cultivados com culturas anuais, além disso, constatou que agregação do solo esta diretamente relacionado com o tipo de cobertura vegetal, visto que a mesma influencia diretamente no sistema biológico do solo, que por sua vez atua na estabilidade de agregados.

Tabela 1: avaliação do diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, Sendo analisados quatro tratamentos diferentes e em quatro níveis de profundidade.

TRATAMENTOS	PROFUNDIDADE (cm)			
	0-5	5-10	10-20	20-40
	(DMG mm)			
EUC	1,82 a A*	1,65 a A	1,04 b B	1,10 b B
MATA	1,79 a A	1,66 a A	1,72 a A	1,74 a A
PAST	1,42 ab A	1,20 ab A	1,11 b A	1,11 b A
LAV	1,08 b A	0,97 b A	1,34 ab A	1,20 b A
CV%	17,61			

* médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey (5% de probabilidade).

Quando analisado a profundidade de 5-10 cm (tabela 1) pode-se se ver que o tratamento LAV foi diferente estatisticamente dos tratamentos EUC e MATA, entretanto não foi diferente do tratamento PAST. O tratamento MATA expressou o maior DMG entre os tratamentos na camada de 5-10cm do solo e o tratamento com LAV apresentou o menor DMG. Essa diferença entre os tratamentos MATA e LAV na profundidade de 5-10 cm justifica-se, pelos diferentes tipos de manejo empregados nesses dois tratamentos, onde no tratamento MATA, é um ambiente com menor nível de antrópização, sem qualquer tipo de preparo ou revolvimento no solo, acumulando matéria orgânica e sem sofrer processos degradativos do solo como erosão, fatores esses que contribui para o aumento do DMG nas camadas mais superficiais. Para Campos et al, (1997 p.473-480), o uso de técnicas ou práticas que utilizam o menor revolvimento do solo, além de conservar os resíduos sobre o solo, são sistemas muito eficientes para aumentar e conservar a matéria orgânica, e como benefício direto promove o aumento na formação e o tamanho de agregados

Outro fator importante é a qualidade de cobertura das plantas, que permite uma maior proteção do solo, aliados com uma distribuição mais homogênea da serapilheira, incrementando alto teor de matéria orgânica no solo, devido ao não revolvimento do solo e a retirada dos resíduos. Em estudos realizados por Palmeira et al. (1999, p.189-195), foi observado que a concentração de agregados com maior tamanho ocorre em sistemas de cultivos que promovam o menor revolvimento possível, e maior concentração de agregados com tamanho menor foi encontrado nos sistemas com maior intensidade de revolvimento solo, ou com maior. Portanto destacam-se os ambientes naturais. Em contrapartida, o tratamento LAV era manejado em um sistema transicional para o plantio direto (PD), que lhe confere uma série de problemas como menor estabilidade de agregados, maior índice de compactação, densidade, menor porosidade, geralmente com menor teor de matéria orgânica.

Em estudos realizados por Silva & Mielniczuk, (1997, p.113-117), a formação juntamente com a estabilidade dos agregados do solo estão diretamente relacionados com os fatores biológicos, químicos e físicos, os quais atuam em processos próprios que atuam diretamente na formação de agregados bem como na sua estabilidade. Portanto, isso implica que o tratamento MATA por ter uma grande quantidade de serapilheira sob o solo, especialmente por ser um resíduo com maior teor de lignina, ou seja, são resíduos que oferecem uma maior resistência a

decomposição. Esses fatores, aliado com o porte elevado das plantas que tende adicionar maior volume de resíduos sob a superfície do solo, qual permanece constantemente adicionando ou incrementando matéria orgânica no solo, possibilita com que solo tenha melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos, em relação ao tratamento LAV, que foi manejado de forma convencional, com revolvimento do solo que acelera na perda da matéria orgânica, bem como na redução do diâmetro médio geométrico (DMG).

Os resultados encontrados (tabela1) para a profundidade de 10-20 cm mostraram diferenças estatísticas entre os tratamentos, aonde o tratamento MATA diferenciou-se estatisticamente dos tratamentos EUC e PAST, porém não apresentou diferença estatística do tratamento. LAV. Essa leve superioridade do tratamento MATA em relação aos tratamentos EUC e PAST dá-se pelo fato da MATA fornecer grande diversidade de alimento para o sistema biológico do solo, bem como a serapilheira fornece continuamente matéria orgânica para o solo. Essa manutenção do aporte orgânico contribui positivamente com microbiota e toda a diversidade. Na MATA existe um fator que contribui muito para formação de agregados que é a grande gama de raiz presente no solo. As raízes das plantas também atuam na formação de agregados, pois promove a aproximação das partículas quando estão realizando o processo de absorção de água do solo.

Em estudos realizados por SILVA & MIELNICZULK (1997, p. 113-117) onde analisaram a ação do sistema radicular dos vegetais na formação de agregados, poderão constatar que solos com maior quantidade de raízes são capazes de promover a aproximação das partículas de agregados, devido a constante absorção de água do solo, além das plantas realizarem constantes renovações do sistema radicular, juntamente com distribuição uniforme dos exsudatos no solo, os quais estimulam a atividade biológica, sendo que o resultado ou produtos da interação biológica no solo atuam na estabilidade bem como na própria formação dos agregados.

Os resultados de DMG (tabela 1) se diferenciaram estatisticamente quando analisados na profundidade de 20-40 cm. Pode-se verificar que o tratamento MATA diferenciou-se dos demais tratamentos, entretanto, os tratamentos PAST, EUC e LAV não se diferiram entre si. A semelhança entre esses tratamentos ocorre devido à formação e aumento do DMG do agregado ser muito dependentes de matéria orgânica, atividade biológica, portanto esses processos atuam com maior

intensidade nas camadas superficiais do solo, o que presume em uma redução do DMG dos agregados com o aumento da profundidade nesses tratamentos, entretanto no tratamento MATA deve ser levada em consideração a ação do sistema radicular das plantas, que além de possuir uma grande densidade de raiz, atuam em camadas mais profundas para absorver água e nutrientes, portanto promove aproximação das partículas, auxiliando na formação e aumento do tamanho dos agregados. Segundo Silva & Mielniczulk (1997b) a alta densidade de raízes promove a aproximação de partículas dos agregados, resultado da constante absorção de água que a planta faz do perfil do solo.

Esse fenômeno ocorre com menor intensidade no tratamento EUC, devido o plantio ser realizado em linha e coleta foi realizado nas entre linhas. Nesse caso sofrendo menor influência da ação das raízes.

Na tabela1, observa-se uma semelhança nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm entre os tratamentos EUC e MATA. Entretanto o tratamento MATA, apresentou um maior DMG para as profundidades de 10-20 e 20-40 cm em relação aos demais tratamentos. A maior estabilidade dos agregados no tratamento MATA, pode ser em função do tipo de uso do solo, com menor interferência externa, bem como, o maior período de tempo incorporando resíduos sob o solo. Outro fator é a maior atuação e densidade de raízes nas camadas mais profundas encontrada na mata, as quais auxiliam na formação de agregados.

Em estudos realizados por OSÓRIO FILHO et al. (2002, p.6), mostram que o em áreas com plantas perenes podem apresentar maior diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados em relação aos solos cultivados com culturas anuais, além disso, constatou que agregação do solo esta diretamente relacionado com o tipo de cobertura vegetal, visto que a mesma influencia diretamente no sistema biológico do solo, que por sua vez atua na estabilidade de agregados.

Quando analisado (tabela 1) o tratamento EUC, pode-se verificar que ocorreram diferenças estatísticas entre as camadas superficiais (0-5 e 5-10cm) com as camadas mais inferiores (10-20 e 20-40cm) do tratamento. Pode se verificar que uma redução do DMG em relação as parte superficial (0-5 e 5-10cm) Portanto, essa variação entre as camadas superficiais e as camadas subsuperficiais, pode-se explicar pelo fato em que essa área antes do plantio com eucaliptos, era uma área cultivada com culturas anuais, a qual era manejada com sistema de plantio convencional (PC), técnica essa que implica no manejo, preparação da área com

revolvimento através de lavragem, subsolagem e gradagem, as quais promovem a desestruturação do solo e desagregação das partículas. Mecanismos esses muito utilizados até hoje, entretanto nada conservacionista e pouco viável no ponto de vista sustentável dos solos. Em estudos realizados por Bayer & Mielniczuk, (1997, p.235-239) revelam que o aumento da matéria orgânica no solo é resultado do uso de práticas que não promovam o revolvimento do solo.

6.2 POROSIDADE

Quando analisado a porosidade total nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20cm, pode-se verificar que o tratamento MATA se diferenciou estatisticamente do tratamento LAV (tabela 2), porém, não apresentou diferenças estatísticas com os tratamentos PAST e EUC, entretanto os tratamentos EUC, MATA e PAST, não apresentaram diferenças entre si. Possivelmente essa semelhança entre esses tratamentos ocorra devido ao sistema de uso e manejo do solo, que mantém a presença de cobertura sob o solo, aonde realiza o incremento constante de matéria orgânica. O tratamento MATA por estar situada em uma área de preservação permanente (APP) sofre menor influencia externa, como processos de compactação, erosão e revolvimento do solo, mantendo assim, a cobertura do solo, baixa densidade como pode ser observado na tabela 2, tendo um aumento de porosidade especialmente na superfície do solo. As áreas compostas por vegetação, especialmente florestas naturais, tende a ter uma melhor manutenção e conservação dos atributos do solo, tornando um sistema com maior e estabilidade.

Para a profundidade de 20-40cm (tabela2) os tratamentos não mostram diferenças estatísticas entre si. Essa semelhança entre os tratamentos pode ser atribuída ao aumento da profundidade no perfil do solo, aonde possivelmente os tratamentos sofrem menores influencia do tipo de uso manejo do solo. A matéria orgânica tende a diminuir nas camadas mais profundas, visto que atuação maior concentra nas camadas superiores do solo, bem como, menor atuação biológica que também tem maior atividade na superfície. Mas mesmo não apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos, pode se observar que o tratamento MATA, apresenta o maior valor absoluto de porcentagem de porosidade total, seguido pelo tratamento PAST, EUC e LAV.

Tabela 2: Determinação da porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade em quatro usos distintos do solo, sendo avaliado em quatro níveis de profundidades.

PROFUNDIDADE (cm)	TRATAMENTOS			
	LAV	EUC	MATA	PAST
POROSIDADE TOTAL (%)				
0-5	49,39 a B*	52,10 a AB*	56,64 a A ns	52,90 a AB*
5-10	47,48 a B	53,73 a AB	55,70 a A	53,06 a AB
10-20	48,53 a B	52,57 a AB	57,73 a A	54,90 a AB
20-40	50,46 a A	50,96 a A	54,07 a A	52,50 a A
CV%				5,25
MICROPOROSIDADE (%)				
0-5	33,10 a AB	34,74 a AB	28,86 a B	38,30 a A
5-10	32,10 a AB	33,48 a AB	27,58 a B	37,19 a A
10-20	33,91 a AB	32,10 a B	29,44 a B	39,52 a A
20-40	34,90 a AB	35,61 a AB	30,60 a B	35,66 a A
CV%				5,43
MACROPOROSIDADE (%)				
0-5	16,29 a B	17,36 ab B	27,11 a A	14,61 a B
5-10	15,39 a B	20,25 a B	24,12 a A	15,86 a B
10-20	14,6144 a C	20,47 a B	28,95 a A	15,40 a C
20-40	16,5555 a B	15,35 b B	23,47 a A	16,82 a B
CV%				17,7
DENSIDADE (g /cm ³)				
0-5	1,48 a A	1,40 b A	1,17 a B	1,51 a A
5-10	1,57 a A	1,49 ab A	1,28 a B	1,52 a A
10-20	1,63 a A	1,50 ab A	1,23 a B	1,54 a A
20-40	1,57 a A	1,57 a A	1,26 a B	1,46 a A
CV%				4,98

* médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey (5% de probabilidade).

O tratamento MATA, apresentou a maior porcentagem de porosidade total (tabela 2) nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20cm e o tratamento LAV apresentou menor porcentagem de porosidade total. A diferença entre os tratamentos MATA e LAV pode se explicar pelo fato que o solo do tratamento LAV seja uma área que sofra maior ação ou processo de mobilização do solo e tráfego de máquinas e

implementos. Segundo Albuquerque et al.,(2001, p.717-723);solos de mata ou de forma geral ecossistemas naturais ,tendem apresentar maior porosidade ,especialmente macroporosidade , quando a solos cultivados.

Nesse modelo de uso do solo apresentado pelo tratamento LAV, que é um sistema em transição para o plantio direto (PD) ocorrem alguns fenômenos como aumento da densidade do solo, promovido pelo pela pressão exercida por maquinários, aonde aumenta o grau de compactação, promovendo também a desestruturação ou desagregação das partículas do solo. Em estudos realizados por Shaffer & Johnson, (1982, p.151-178), mostram que os atributos físicos do solo são alterados de acordo com o grau e intensidade de revolvimento do solo ou com o aumento da densidade, o que pode gerar um processo de desestabilização no solo.

Outra diferença importante analisado entre os tratamentos MATA e LAV, é a proteção formada pela cobertura do solo, que no tratamento MATA está presente em boa quantidade e qualidade, atuando na proteção física do solo, como processos erosivos, mas também atuando na incorporação constante de matéria orgânica via serapilheira, o que promove um enriquecimento da biota do solo, contribuindo para a formação e manutenção de agregados. Portanto influenciando diretamente no aumento da porosidade total, estabilização de agregados entre outros atributos.

Em estudos realizados por Andreola, (2000, p.857-865), revelam que a cobertura do solo, bem como a sua qualidade influenciam diretamente nos atributos físicos, como densidade, agregação, retenção de água e porosidade. Também destacou a perda de material orgânico em sistemas que utilizam do mecanismo com maior revolvimento do solo, que implica na perda de estabilidade de agregados.

Araújo (2004, p.307-315) também destaca a diferença entre solo sob a mata e solo cultivado, aonde o solo cultivado apresentou maiores valores de densidade e conseqüentemente apresentou menor valor de porosidade total e menor porcentagem de macroporos devido à compactação. Esses fatores são reflexos do tipo de uso de cada área. Essa superioridade do tratamento MATA nos atributos físicos do solo ocorre por ser uma área com menor nível de antrópização, a qual esta situada como área de conservação e preservação não sendo permitido o uso de qualquer forma de manejo. Portanto o tratamento MATA tende a ser sempre uma referencia para os demais usos do solo. Segundo EMBRAPA, (1997, p.1-212) a porosidade do solo é alterada pelo tipo de manejo, os onde sistemas naturais tende

apresentar resultados mais elevados de porosidades, entretanto áreas com cultivo intensivo tende a apresentar menor porcentagem de porosidade.

.Outro fator importante para se levar em consideração na profundidade de 0-5, 5-10 e 10-20cm, é que o tratamento MATA apresenta a menor densidade, em relação aos demais tratamentos, possivelmente por não sofrer qualquer pressão física, como pisoteio animal e manejos com implementos agrícolas. Portanto apresenta mais espaços vazios em relação aos demais tratamentos, isso justifica o fato de apresentar maior porosidade total. Segundo estudos realizado por (SPERA et al., 2006, p. 23-31), a densidade e porosidade são trabalhadas juntas ,pois a redução da macroporosidade tende a alterar a porosidade total do solo, bem como, promovendo o aumento de densidade de solo.

A diferença entre os tratamentos MATA e LAV, pode ser visto que o tratamento MATA (tabela 2) apresentou os menores níveis de densidade, em contrapartida o tratamento LAV revelou as maiores densidades entre todos os tratamentos. Entretanto os tratamentos MATA, PAST e EUC, mostraram-se muito semelhantes quanto suas densidades do solo. Em estudos realizados por (SILVA et al., 2000, p.191-199) que a densidade do afetada pela cobertura vegetal presente na área, bem como pelo teor de matéria orgânica e pelo uso e manejo do solo. Quando comparado á estudos de Dao,(1996, p.141-148), pode se observar que a remoção dos resíduos vegetais da superfície do solo resulta em um maior aumento da densidade o solo, aonde o principal efeito ocorre na superfície do solo, em sistemas de cultivos convencionais isso fica muito claro. Entretanto os sistemas que preservam boas quantidades de resíduos sob o solo contribuem muito para redução da densidade, para o aumento da macroporosidade e porosidade total do solo, como pode se observar (tabela 2) o tratamento MATA em relação ao tratamento LAV.

Para o fator profundidade (tabela2), pode se observar que a os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas para a porosidade total do solo. Possivelmente essa semelhança na porosidade total entre as profundidades ocorra pelo fato que os agentes atuantes são os mesmos nas camadas superficiais, onde os três tratamentos possuíam cobertura, e densidades semelhantes, portanto não apresentaram variações notáveis. Podendo se dizer que esses tratamentos apresentam um comportamento semelhante quanto o fator porosidade total.

Também vale salientar a semelhança dos tratamentos EUC, PAST com o tratamento de referencia MATA, na porcentagem de porosidade total profundidades o

qual se justifica pela forma de uso e manejo para os quais foram adotados, aonde os dois tratamentos apresentam boa taxa de cobertura, bem como o uso de manejos que não promovam o revolvimento do solo, ou que reduza o máximo, além de não gerar um aumento na compactação das áreas. Esses são fatores que contribui para a melhoria não só nas qualidades físicas, mas também químicas e biológicas do solo, onde todas estão intimamente relacionadas.

Quando analisado a microporosidade para a profundidade em todas as camadas (tabela 2), pode-se observar que o tratamento MATA apresentou diferenças estatísticas do tratamento PAST, entretanto não apresentou diferenças estatísticas dos e LAV e EUC, também pode se verificar que o tratamento PAST apresentou a maior porcentagem de microporos e a MATA a menor porcentagem de macroporos. O aumento da microporosidade no tratamento PAST ocorre devido ao pisoteio animal, o qual promove uma maior compactação nas camadas superficiais, perdendo efeito nas camadas mais profundas. O processo de compactação pode ser comprovado quando se observa (Tabela 2) o aumento da densidade na camada de 0-5 cm, os quais são superiores aos demais tratamentos.

Em estudos realizados por Bertol et al. (2006, p.543-553), verificaram que quando se tem um aumento na densidade do solo, ocorre uma aumento na porcentagem de microporos do solo, conseqüentemente em áreas mais compactadas tende a ocorrer uma redução da macroporosidade. Portanto diminuindo o processo de infiltração de água no solo, diminuindo a aeração e aumentando a resistência a penetração das raízes. Em estudos realizados por Albuquerque, Sangoi e Ender (2001, p.717-723). que a compactação do solo produzida pelo pisoteio animal é dos principais fatores da degradação de áreas cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária. A compactação gerada pelo pisoteio animal aumenta a densidade e reduz a macroporosidade do solo, portanto aumentando a resistência de penetração, oferecendo maior resistência para o desenvolvimento e crescimento radicular das plantas.

Em outro cenário está o tratamento MATA, o qual apresentou as menores densidades entre todos os tratamentos, bem como os maiores diâmetro médio geométrico (DMG) para os agregados. Portanto pode se afirmar que o aumento de macroporos na mata ocorre devido maior taxa de cobertura, bem como menor densidade e maior DMG, Visto também que o tratamento MATA não sofre influencia de qualquer manejo sobre solo, e apresenta maior disponibilidade de alimentos para

biota do solo, resultando em maior atividade biológica, as quais apresentam grande influencia na estrutura física do solo.

Quando se analisa a macroporosidade (tabela 2) pode se observar que o tratamento MATA diferiu estatisticamente dos tratamentos LAV, EUC e PAST, em todas as profundidades. Foi o que revelou a maior porcentagem de macroporos, sendo diferentes dos demais tratamentos. Essa melhor relação entre macro e microporosidade ocorre devido o mata ser um sistema mais equilibrado fisicamente, já nos demais usos do solo são encontrados redução da macroporosidade, possivelmente esta aliada a menor agregação encontrada nas áreas e maior densidade dos tratamentos. Em estudos por Andreola et al., (2000, p.857-865) que áreas naturais ou sob vegetação nativa geralmente apresentam seus atributos físicos .como porosidade ,agregação e densidade em níveis adequados , oferecendo uma maior estabilidade. Por outro lado quando o solo é submetido a um uso e manejo com função produtiva, essa munda gera mudanças ou alterações nos atributos físicos do solo alterações (NEVES et al., 2007, p. 45-53). Estudos realizados por Andrade et al, (2009) p.411–418 mostram que o cultivo do solo promove modificações nas estruturas do solo, entretanto a floresta nativa permanece mais estabilizada. Quando uma área é cultivada tende a aumentar a densidade do solo, mas reduz a macroporosidade e porosidade total do solo, sendo reduzindo a qualidade física do solo.

Quando analisado as camadas de 0-5 e 5-10cm, pode se observar que os tratamentos LAV, EUC e PAST , não apresentaram diferenças entre si. Entretanto na profundidade de 10-20cm o tratamento PAST se diferiu do tratamento EUC, porem não se diferenciou do LAV. A semelhança dos tratamentos nas camadas superiores pode esta relacionado com similaridade apresenta para o atributo densidade entre esses tratamentos. Quando analisado a profundidade de 20-40cm pode se verificar que não ocorreu diferenças entres esses tratamentos.

6.3 CARBONO

Quando analisado os resultados de carbono orgânico total (COT) na profundidade de 0-5 cm (tabela 3), pode se verificar que o tratamento MATA apresentou diferença estatística com os tratamentos EUC e LAV, entretanto não se

diferenciou estatisticamente do PAST. O tratamento EUC, apresentou a maior quantidade carbono orgânico total (COT) na área, sendo de aproximadamente de 10,33 toneladas ha^{-1} . Entretanto esse tratamento apresentou somente 1,47 toneladas ha^{-1} de carbono orgânico particulado (COP) e 8,66 toneladas de carbono orgânico esta associado aos minerais (CAM). Essa fração é formada por materiais orgânicos em avançado estágio de decomposição e esta fortemente ligada aos minerais. (CHRISTENSEN, 1992, p.1-90). Esse autor também define que essa fração é a mais estável, portanto sendo caracterizada como baixa taxa de ciclagem, sendo assim, contribuído para o maior acúmulo de carbono no solo.

O tratamento EUC, apresentou um estoque mais alto de COT, mas somente 14% desse total esta no COP, ou seja, que esta mais disponível para as funções do solo, biológica, química e física. Os outros 86% desse carbono estão na CAM, o qual esta associado aos minerais, permanecendo por muito mais tempo estáveis no solo. Outro fator que pode explicar é a qualidade e quantidade de resíduos depositados sob o solo, aonde plantios mais jovens apresentam menores teores de celulose e lignina, que aumenta com passar dos anos, especificamente quando atinge a maturidade (BARRETO *et al.*, 2008, p.611-619). O que pode resultar no aumento e na manutenção no estoque de carbono solo. Quanto maior a quantidade de resíduos de rápida decomposição, maior aumento é a concentração de COP, que pode explica o resultado do tratamento MATA na profundidade de 0-5cm.

Esse resultado mostra que apesar do tratamento EUC ter apresentado a maior quantidade de carbono orgânico total entre os tratamentos, possivelmente não seja somente mérito do tratamento em si, tendo em vista que o carbono orgânico total (COT) é formado por qualquer forma de resíduo vegetal e ou animal depositado sob o solo ou incorporado. O carbono orgânico particulado (COP) é formado por ou constituído de restos vegetais, além de resíduos da microbiota e microfauna, em estágios iniciais de decomposição muitas vezes podendo ser visto a olho nu (MOLLOY e SPEIR, 1977, p. 167-177).

O acúmulo dessa fração pode ter ocorrido nas fases de tratos culturais do eucalipto, aonde era feitos as desramas, sendo incorporado muito material lenhoso, com grande concentração de lignina, celulose e hemicelulose, o que confere maior resistência no processo de decomposição. Em estudos realizados por Monteiro e Gama-Rodrigues, (2004) mostram que resíduos, apresentam uma maior recalcitrância, conferindo uma maior resistência à decomposição. A maior

concentração de CAM, este relacionado com o sistema de cultivo que antecedia a cultura de eucalipto. Podendo ser efeito do sistema de plantio direto (PD) que tem capacidade de aumentar consideravelmente o estoque de carbono. Segundo COSTA et al., (2004, p. 103-107), o PD geralmente promove aumento nas concentrações de COT e também de COP nas camadas superficiais, através da deposição de resíduos vegetais, promovendo assim aumento no estoque de carbono do solo, bem como melhoria nos demais atributos do solo. Em estudos realizados por Mendham et al., (2004, p.1067-1074) revelam que cultivos com ciclos mais longo tende a apresentar uma maior sustentabilidade, como é caso dos sistemas florestais.

O tratamento MATA na profundidade de 0-5cm (tabela3), apresentou a menor quantidade de carbono orgânico entre os tratamentos na camada de 0-5 cm, que foi de 6,62 toneladas ha^{-1} , porém apresentou a maior concentração de carbono orgânico particulado (COP), sendo 73% em relação ao COT, ou seja, o carbono que apresenta uma decomposição mais rápida, portanto ocorre uma redução no estoque de COT, nesse caso é extremamente dependente da reposição contínua de resíduos. Em estudos realizados por Lovato, (2001, p.1-132) mostraram que o aumento dessa fração está associado a usos do solo com características conservacionistas, nesse caso pode ser relacionado com o tratamento MATA. Outro fator que pode se levar em consideração é a menor densidade do tratamento MATA que implica em menor volume de solo. Em estudos realizados por Sollins et al., (1996, p.65-105) revelam que a abundância de COP ou FL é altamente influenciada pelo tipo de vegetal presente, sendo que normalmente é mais abundante nas camadas superficiais do solo, devido ser somente protegida pela recalcitrância química, torna-se mais susceptível a ação dos microrganismos, ocorrendo maior taxa de decomposição, exigindo maior adição de resíduos. Portanto essa relação de entrada e saída de COP na superfície do tratamento MATA, pode ter reduzido o estoque de COT em relação aos demais tratamentos na camada superficial.

Tabela 3: Estoque de carbono orgânico total (COT), Carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (CAM) em 4 (quatro) sistema de manejo e 5 (cinco) profundidades do solo.

SISTEMAS DE MANEJO	COT	COP	CAM	COP/COT
	-----Mg ha ⁻¹ -----			
	0-5 cm			
PAST	7,80 ab AB *	2,48 b A	5,33 b BC	0,32
EUC	10,33 a A	1,47 b A	8,86 a A	0,14
LAV	8,72 a A	2,64 b A	6,08 ab A	0,30
MATA	6,62 b B	4,84 a A	1,79 c C	0,73
	5-10 cm			
PAST	9,03 a A	1,16 a A ns	7,87 a A	0,13
EUC	8,23 a AB	1,25 a A	6,98 a AB	0,15
LAV	6,95 a AB	0,98 a A	5,97 a AB	0,14
MATA	9,38 a A	1,68 a B	7,70 a A	0,18
	10-20 cm			
PAST	8,58 a AB	1,77 a A	6,81 a AB	0,21
EUC	6,66 a B	1,84 a A	4,82 a BC	0,28
LAV	6,71 a B	1,54 a A	5,17 a AB	0,23
MATA	6,20 a B	1,32 a B	4,88 a B	0,21
	20-40 cm			
PAST	7,31 a AB	2,20 a A	5,11 a BC	0,30
EUC	6,70 a B	2,23 a A	4,46 ab C	0,33
LAV	6,11 a B	1,23 a A	4,88 ab AB	0,20
MATA	6,50 a B	2,71 a B	3,78 b BC	0,42
	40-60 cm			
PAST	5,69 a B	1,82 a A	3,87 a C	0,32
EUC	5,51 a B	1,29 a A	4,22 a C	0,23
LAV	5,20 a B	1,17 a A	4,03 a B	0,22
MATA	5,67 a B	1,48 a B	4,19 a B	0,26
CV%	18,02	39,37	20,10	
	TOTAL 0-60 cm			
PAST	38,41	9,41	29,00	0,25
EUC	37,42	8,08	29,34	0,22
LAV	33,69	7,55	26,14	0,22
MATA	34,37	12,03	22,34	0,35

* médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada profundidade para cada variável comparam tratamentos entre si e médias seguidas por letras maiúscula comparam profundidades entre si dentro de cada tratamento.

Quanto o COP encontrado na profundidade de 0-5 cm (tabela 3), pode se observar que o tratamento MATA, apresentou diferenças estatísticas com os demais tratamentos, entretanto os mesmos não se diferenciaram entre si. Para o CAM na profundidade de 0-5cm, pode se observar que o tratamento MATA diferiu dos demais tratamentos, entretanto o tratamento PAST não se diferenciou do tratamento LAV, porem foi diferente do EUC. Essa variação entre os tratamentos esta relacionada com as a relação COP/CAM, onde a concentração de CAM foi maior que a de COP. isso significa que com exceção do tratamento MATA, os demais tratamentos tem uma relação maior de CAM que COP, ou seja, muito mais carbono associado aos minerais do que o particulado. Portando isso interfere no balanço do estoque de carbono, onde na floresta ocorre uma maior ciclagem, porem necessita de maior adição via serapilheira por isso apresentou um valor menor de COT, em relação aos demais tratamentos. Em contrapartida os demais tratamentos têm maiores estoque, mas ciclam em menores proporções e mantem grande quantidade de carbono protegido da decomposição.

No caso do tratamento PAST, não apresentar diferença de COT ao da MATA, pode ser influencia do bom manejo dessa área, onde mantem a área com pastagens bem conservados, adicionando boa quantidade de resíduos, bem como dando proteção física ao solo. Segundo Moraes et al,(1996, p:63-81) o aumento do estoque de COT ocorre devido ao bom manejo empregado na área, aonde pode atingir valores maiores que a floresta.

Quando observado a profundidade de 5-10,10-20-20-40 e 40-60 cm (tabela 3), pode se verificar que os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas para COT e COP. Entretanto o tratamento MATA apresentou diferenças estatísticas entre as profundidades de 0-5 e 5-10 cm. O CAM apresentou diferença estatística entre os tratamentos na profundidade de 20-40cm, onde o tratamento mata diferenciou dos tratamentos EUC, PAST e LAV, porem os mesmo não se diferenciaram entre si.

Na profundidade de 5- 10 cm o tratamento MATA aumentou o estoque de COT em relação à profundidade mais superficial de 0-5cm, entretanto pode se observar que as relações de COP E CAM se inverteram, nessa profundidade o tratamento MATA acumulou 7,7 toneladas ha-1 na CAM e somente 1,68 toneladas ha-1 acumulado na COP, que resume em apenas 18% do carbono orgânico total (COT) esta no carbono orgânico particulado do solo, ou seja, esta na forma mais

disponível para os processos do sistema solo.

O restante do carbono se encontra na forma mais protegida, com maior estabilidade, por estar sofrendo menor ação da biota do solo, devido ele estar associado aos minerais aonde tem uma proteção física. O aumento de CAM no tratamento MATA na profundidade de 5-10 pode se explica devido à qualidade da deposição de resíduos sob o solo, aonde o COP e formado por materiais ou resíduos que apresentam maior facilidade de decomposição pela biota do solo, portanto seu efeito fica mais na superfície, entretanto o CAM que é formado por resíduos com menor potencial de decomposição, portanto apresentam maior estabilidade e acumulam por muito mais tempo no solo atingindo as camadas mais profundas.

Quando se analise o comportamento dos tratamentos de forma geral (tabela3) pode se observar que o CAM apresenta maior concentração em relação ao COP, isso significa que todas as áreas estão com menor taxa de adição de resíduos de rápida decomposição, com maior quantidade de material de difícil decomposição.

Os tratamentos MATA e PAST seguido por EUC, apresentaram os valores mais significativos de CAM. Segundo Rangel; Silva, (2007, p.1609-1623), o CAM possui formas de proteção por recalcitrância, oclusão e a interação organomineral. São fatores predominantes para que o CAM seja o de maior concentração ou abundancia nos agroecossistemas e ambientes naturais.

Quando analisado o tratamento PAST (tabela 3) pode se verificar que ele apresentou a maior abundancia de CAM em relação aos demais tratamentos, esse aumento pode estar relacionado do fato que gramíneas apresentam uma maior relação C/N, portanto incorporando material de maior qualidade e quantidade de carbono, contribuindo assim para o aumento do estoque de COT. Segundo Moraes et al., (1996, p:63-81) o aumento de carbono na pastagem se deve possivelmente ao um bom manejo empregado, sendo assim, promovendo ou contribuindo para o aumento de carbono no solo.

Portando isso se justifica devido a maior quantidade de resíduos estarem sob a superfície do solo, no caso desses tratamentos não há nenhum processo de incorporação do material, deixando essa função de incorporação por parte da biota do solo e raízes das plantas. Em estudos de Castro Filho et al. (2002, p. 45-51), mostraram que as maiores concentrações de carbono orgânico geralmente estão nas camadas superficiais do solo, quando comparado a camadas mais profundas,

independentes do tipo de uso e manejo do solo.

Fazendo uma avaliação completa do estoque de carbono acumulado nas profundidades de 0-60 cm (tabela 3), pode ser verificado que o tratamento PAST apresentou a maior concentração de COT, sendo aproximadamente de 38,41 toneladas ha^{-1} , onde aproximadamente 25% desse carbono está na forma de COP e o restante do carbono está associado aos minerais (CAM). O resultado do tratamento PAST, está relacionado ao tipo de manejo da área, a qual mantém uma cobertura uniforme e conservada, mantendo uma adição de carbono, via resíduos com alta relação C/N, outro fator importante na pastagem é alta renovação do sistema radicular, aliado a alta densidade de raízes que auxiliam na aumento de carbono, formação de agregados e aumento da porosidade do solo.

Em estudos realizados por Amado et al., (2001, p.189-197) mostram que em sistemas que incorporam alta quantidade de matéria seca com baixa relação C/N resultam, de forma geral, nos maiores acúmulos de matéria orgânica no solo. Para Primavesi, (1982, p.1-541), os resíduos das gramíneas por apresentarem uma maior concentração de lignina, aumentam por sua vez o teor de ácidos carboxílicos e húmicos nos substratos, os quais promovem a estruturação e a estabilidade dos agregados. Tudo isso em função também do maior acúmulo de matéria orgânica no solo, promovendo a melhoria dos atributos do solo.

O tratamento EUC, mostrou-se muito semelhante ao PAST, aonde apresentou 37,41 toneladas ha^{-1} , sendo 22 % desse carbono na forma COP. Esse fator pode ser influenciado pela qualidade e quantidade de resíduos sob o solo. No tratamento de culturas anuais o acúmulo de carbono orgânico total foi de 34,69 toneladas ha^{-1} , apresentando também 22% de COP e 78 % de CAM. Como podem ser observado os tratamentos LAV, EUC e PAST apresentaram o mesmo comportamento perante o estoque de COT, COP e CAM. Essa semelhança pode estar relacionada ao manejo e uso do solo, visto que se comportaram de forma diferenciada do tratamento MATA, a qual está em uma área com menor nível de antrópicação, sendo, portanto uma área de referência dos fragmentos florestais da região, que estão em estágios médios de regeneração. O tratamento MATA revelou o menor estoque de carbono em relação aos demais tratamentos, sendo 32,37 toneladas ha^{-1} , mas porém diferenciou-se dos demais tratamentos por apresentar o maior estoque de COP, sendo de 37% do carbono orgânico está na forma mais disponível, ou lábil, e 63 % está associado aos minerais do solo. Esta diferença

entre os tratamentos esta relacionada possivelmente com as maiores taxa de decomposição, sendo, portanto muito depende da reposição ou adição de resíduos.

7 CONCLUSÕES

O tratamento MATA em estágio médio de regeneração apresenta uma maior estabilidade dos agregados.

Para o atributo porosidade do solo o sistema de uso e manejo do solo com menor nível de antrópização, representado pelo tratamento MATA, revelou a maior porcentagem de porosidade total, bem como, maior porcentagem de macroporos entre os tratamentos. Também apresentou uma redução da microporosidade do solo e menor densidade.

A maior porcentagem de microporosidade do solo foi encontrada no tratamento com PAST e menor porcentagem de microporos ocorreu no sistema de uso e manejo do solo com o tratamento MATA.

A maior porcentagem de macroporos foi encontrada na profundidade de 10-20cm no tratamento MATA, seguido pelo EUC, PAST e LAV.

Para o atributo densidade do solo, o sistema de uso e manejo do tratamento MATA, apresentou a menor densidade em todas as profundidades avaliadas. Os demais tratamentos não se diferenciaram entre si.

No sistema de uso e manejo do tratamento com PAST de 0-60 cm de profundidade, ocorreu o maior acúmulo de estoque de carbono orgânico total (COT), sendo de 38,41 toneladas ha^{-1} , aonde 25% desse carbono foi encontrada na fração de carbono orgânico particulado (COP) e restante está associado com os minerais (CAM).

No tratamento com LAV ocorreu a menor abundância de COT entre os tratamentos sendo de 33,69 toneladas ha^{-1} . Os tratamentos EUC e MATA apresentaram valores intermediários, porém no tratamento MATA tem maior concentração de 35% COP em relação ao COT.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Jackson. Adriano.; SANGOI, Luis.; ENDER, Márcio. Efeito da integração lavoura pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Campinas, v. 25, n. 3, p.717-723, 2001.

ANDRADE Rui da S., STONE Luís F & SILVEIRA Pedro M. .Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,v.13, n.4, p.411–418,.2009

ANDREOLA, Faustino; COSTA, L. M; OLSZEWSKI, Nelci. “Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada”. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24: 857-865p. 2000.

ANDREOLA, Faustino. **Propriedade Físicas e Químicas do solo e Produção de feijão e de milho em uma Terra Roxa Estruturada em resposta à cobertura Vegetal de inverno e à adubação orgânica e mineral**. 1996. p.103. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

AMADO, Telmo. Jorge. Carneiro.; BAYER, Cimélio.; ELTZ, Flávio . Luiz. Foletto.; BRUM, Antônio. Carlos. Rabenschlag. 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, n.1, p.189-197, 2001.

ARAUJO, Edson Alves; LANI, Joao Luiz.; AMARAL, Emanuel. Ferreira; GUERRA, A. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28: 307-315p. 2004.

BAYER, Cimélio; MIELNICZUK, João. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.2, p.235-239, 1997.

BARRETO, Patrícia Anjos Bittencourt.; GAMA-RODRIGUES, Emanuela Floristieri.; GAMARODRIGUES, Antonio Carlos.; BARROS, Nairam Félix.; FONSECA, Sebastião. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequencia de idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Vicoso, v.32, p.611-619, 2008.

BELOTTI, Fernanda Maria. **Perda de Solo por erosão na agricultura: a importância das técnicas de manejo e conservação do solo**. 2005. Dissertação

(Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, 2005.

BERTOL, Ildergadis.; AMARAL, Andre Julio.; VIDAL VÁZQUEZ, Eva.; PAZ GONZÁLEZ, Antonio.; BARBOSA, Feleipe. Tondelo. Relações da rugosidade superficial do solo com o volume de chuva e com a estabilidade de agregados em água. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 543-553, 2006.

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

CAMPOS, Beh-Hur Costa.; REINERT, Dalvan José.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J. & PETREIRE, Ciro. Estabilidade estrutural de um latossolo vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **R. bras. Ci. Solo**, v.21:p.473-480, 1997.

CARNEIRO, Marcos Aurélio Carbone.; SOUZA, Edicarlos Damacena.; REIS, Edésio Fialho.; PEREIRA, Hamilton Seron. & AZEVEDO, Watson Rogério. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.33:p.147-157, 2009.

CARPENEDO, Valcir.; MIELNICZUK, João. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.99-105, 1990.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a Red Latossol in the state of Parana, Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 45-51, 2002.

(CHRISTENSEN,B.T. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separents advances in soil sciences ,New York,v.20,p.1-90,1992

COGO, Neroli. P. & Levien, Renato. "Perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil". 500 Anos de Uso do Solo no Brasil/ Quintino Reis de Araújo (organizador), XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água –2000. Ilhéus, Ba: Editus, 2002, 605p.

CONCEIÇÃO, Paulo. Cesar. **Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil**. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, Porto Alegre, 2006

COSTA, Falberni de Souza.; BAYER, Cimélio.; ALBUQUERQUE, Jackson Adriano.; FONTOURA, Sandra Mara Vieira. Aumento de matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v34, n.2, p 587-589, mar/abr, 2004.

COSTA, Falberni de Souza. Aumento da matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 103-107, 2004.

DAO, Thanh.H. Tillage system and crop residue effects on surfasse compaction of a paleustoll. *Agronomy Journal*, v.88, n.2, p.141-148, 1996.

DECHEN, Sonia. Carmela. Facil.; DE MARIA, Isabella.Clereci.; CASTRO, Orlando.Melo. & VIEIRA, Sidinei Rosa. Manejo de solos tropicais no Brasil. In: REUNIAOBRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, 15., Santa Maria, 2004. **Anais...** Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. p.1-28.

ECOAR – Instituto Ecoar para Cidadania. **Efeito estufa**. São Paulo, 2003. 5p.

EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997.212p.

EMBRAPA: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**.. Rio de Janeiro: EMBRAPACNPS,1997. 212p

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FONSECA, Sebastião. **Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagens**. 1984. 78p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1984.

GARAY, Irene.; KINDEL, Andreia.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A.A.; BARROS, E.; ABBADIE, L. Comparações da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acácia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência**

do Solo, Campinas, v. 27, p. 705-712, 2003.

GUERRA, ANTONIO JOSÉ TEIXEIRA. **Processos erosivos nas encostas**. In: Guerra, Antonio José Teixeira; Cunha, Sandra Baptista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p.149-209.

KLEIN, Wilson. Antonio. **Física do solo**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 212 p.

LAL, Rattan. & BRUCE, J.P. **The potential of world cropland soils to sequester C and mitigate the greenhouse effect**. *Environ. Sci. Pollut.*, v.2, p.177-185, 1999.

LLANILLO Rafael Fuentes. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 205-220, abr./jun. 2006.

LEITE, Luiz. Fernando Carvalho.; MENDONÇA, Eduardo. de Sá.; NEVES, Julio. Cesar Lima; MACHADO, Pedro Luiz Oliveira. & GALVÃO, João. Carlos Cardoso. Estoque de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **R. Bras.Ci. Solo**, v.27, p.821-832, 2003.

LEPSCH, Igor. Fernando. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas. *Sociedade Brasileira da Ciência do Solo*. 1991.175p.

LEROY B. L. M. et al. **The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions**. *Soil Use and Management*, Amsterdam, v. 24, n. 2, p. 139-147, Jun. 2008.

LIMA, Walter Paula. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: Artpress, 1987. 114 p.

LOVATO, Thomé. Dinâmica do carbono e do nitrogênio do solo afetado por preparos do solo, sistemas de cultura e adubo nitrogenado. 2001.132 F. tese (Doutorado), Porto Alegre, 2001.

MACEDO, Manuel Claudio Motta., ZIMMER, A.H. Sistema de Pasto-Lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE

PASTAGENS. 1993. Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, 1993.p.217-245.

MENDHAM, D.S.; HEAGNEY, E.C.; CORBEELS, M.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S. & McMURTRIE, R.E. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biol. Biochem.**, 36:p.1067-1074, 2004.

MOLLOY, L.F.; SPEIR, T.W. Studies on a climosequence of soil in tussock grasslands. 12. Constituents of the soil light fraction. *New Zealand J. Soil Sci.*, Wellington, v. 20, p. 167-177, 1977.

MONTEIRO, Marcela Teixeira.; GAMA-RODRIGUES, Emanuela Floristieri. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viosa, v.28, p.819-826, 2004.

MORAES, Jener F.L.; VOLKOFF, B.; CERRI, Carlos.C. & BERNOUX,M. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. **Geoderma**, p:63-81, 1996.

NEVES, Claudia Milene Nascente.; SILVA, Marx Leandro. Naves.; CURI, Nilton.; CARDOSO, E. L.; MACEDO, Renato Luiz Grisi.; FERREIRA, M. M.;SOUZA, F. S. Atributos indicadores da qualidade do solo em Sistemas Agrossilvipastoril no Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 74, p. 45-53, 2007.

OLIVEIRA, Rogério.Ribeiro. **Produção e decomposição de serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 1987. 107p. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências, RJ. Rio de Janeiro, 1987.

OSÓRIO FILHO, Bejamin.Dias.; REICHERT, Jose.Miguel.; REINERT, Jose.Dalvan.; COLLARES, Gilberto.Loguercio.;WOHLEMBERG, Emerson.V.; SEQUINATTO, Leticia.; PERAZZA, Jose.Efrain.Solano. **Qualidade física do solo de microbacia hidrográfica no Planalto Médio-RS.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., Cuiabá, 2002.

PALMEIRA, Paulo. Roberto. Texeira.; PAULETTO, Eloy. Antonio; TEIXEIRA, Claudia. Fernanda. Almeida; GOMES, Algenor. Silva; SILVA, Joao. Baptista. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23. p.189-195p. 1999.

PRIMAVESI, Ana. **O manejo ecológico do solo**. 4.ed. São Paulo: Nobel,1982. 541p.

RANGEL, OTACÍLIO JOSÉ PASSOS; SILVA. Carlos Alberto. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.31. p.1609-1623, 2007.

REINERT, Dalvan. Jose. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris: recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV. Departamento de solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. 251p.

RESCK, D. V. S. **O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos cerrados**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27.,Brasília, 1999. Resumo expandido. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999.

SALTON, Julio César. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2005

SOLLINS,Phillip. **Stabilization and destabilization of soil orgnic matter. Mechanisms and controls**. Geoderma, Amiterdam, V.74, p.65-105, 1996

SPERA, Silvio Tulio; SANTOS, Henrique Perreira.; FONTANELI, Renato Serena; TOMM, Gilberto Omar. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 23-31, 2004

SILVA, Ivandro. Franca.; MIELNICZUK, Joao. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas,v. 21, p. 113-117, 1997.

SILVA, Vanderlei. Rodrigues.; REINERT, Dalvan. Jose.; REICHERT, Jose. Miguel. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.191-199, 2000.

SILVA, Vanderlei. Rodrigues; REINERT, Dalvan. Jose; REICHERT, Jose. Miguel. Susceptibilidade à compactação de um Latossolo vermelho-escuro e de um Podzólico vermelho- Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24. p.239-249, 2000.

SILVA, Ivandro.França. & MIELNICZUK, João. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **R. Bras. Ci. Solo**, v.21. p.313-319, 1997.

STEVENSON, J.F. **Humus chemistry, gênesis, composition, reactions**. New York, 1994. 496 p.

SHAFFER, R.L. & JOHNSON, C.E. **Changing soil condition: The dynamic of tillage**. In: PREDICTING TILLAGE EFFECTS ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND PROCESSES. Proceedings. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p.151-178.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS: **Fatos e números do Brasil florestal**. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>, 2006. Acesso em: 02 out. 2007.

ZINN, Yure.L.; LAL, Rattan. & RESCK, Dimas.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil Till. Res.**v.84. p.28-40, 2005.

YEOMANS, Jane.C., BREMNER, John.M A rapid and precise method for routine determination of organic Carbon in soil. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** v.19. p.1467-1476. 1988.