

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DANILO ALVES CABRAL

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO BIOMA CERRADO**

**Uberlândia – MG
Outubro de 2012**

DANILO ALVES CABRAL

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO BIOMA CERRADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Beno Wendling

**Uberlândia – MG
Outubro de 2012**

DANILO ALVES CABRAL

**FRACIONAMENTO QUÍMICO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO BIOMA CERRADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo

Aprovado pela Banca Examinadora em 10 de Outubro de 2012.

Ms.^a Isabel Cristina Vinhal-Freitas
Co-Orientadora

Prof.^o Dr.^o Bruno Teixeira Ribeiro
Membro da Banca

Prof.^o Dr.^o Beno Wendling
Orientador

*À minha família, e em especial a dona Amália,
que tenho a certeza de que sempre olhará por mim...*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, agradeço à minha família, em especial a minha mãe, Aida, ao meu avô, o Sr. Alacir, e a minha avó, dona Amália. Todo o meu conhecimento sobre a vida, e a minha formação como pessoa não seria possível sem os ensinamentos desse tripé básico, que apoia a mim.

Aos meus grandes amigos, pelos momentos que passamos juntos nessa nossa caminhada de vida, com vários tropeços, sim, mas sempre com alegria o bastante para seguir em frente.

A dois grandes amigos, Marcel e Rafael, que não são irmãos, pois esses nós não escolhemos. E esses dois eu tive a felicidade de poder escolher tê-los ao meu lado.

Aos meus mestres (todos eles), que com seus ensinamentos me possibilitaram, com o conhecimento necessário, avançar várias etapas nessa vida.

Ao meu orientador, o prof.º Beno, pela confiança depositada em mim, e por possibilitar que eu desenvolvesse todo um aprendizado no ambiente da universidade. Agradeço por hoje, ele não ser apenas meu orientador, mas um grande amigo.

Aos meus colegas da 45ª Turma de Agronomia, que tenho certeza que grande foi o aprendizado que tivemos em conjunto durante todos esses anos nas salas de aula, nos laboratórios e no campo. Vendo e aprendendo a cada dia que se passou, como é agronomia nesse Brasil, e como essa agronomia é grande e valiosa para nós.

A alguns desses colegas de turma, que se tornaram verdadeiros amigos. Sem o apoio de vocês, talvez hoje não tivesse a força que tenho para poder completar mais essa etapa de minha vida.

A todos que, diretamente ou indiretamente, estiveram presente comigo nesses últimos cinco anos, me ajudando a encontrar o caminho certo para essa formação.

Obrigado !

RESUMO

O aumento das concentrações de gases do efeito estufa de forma antrópica gera consequências como a elevação da temperatura média global. Dentre o papel dos ecossistemas o de regulação do ciclo do carbono vem se tornando fundamental, e nesse aspecto o solo é um de seus maiores reservatórios.

Além do mais, o uso intensivo das terras agrícolas com os diversos tipos de cultura ano após ano pode gerar sua degradação, quando não atentado as condições de manejo ideais. Houve um esquecimento nas últimas décadas com a fração orgânica no solo. Ela é importante condicionadora da estrutura do solo, gerando agregados consistentes, além de possuir uma alta superfície específica, importante para gerar uma boa CTC ao solo.

Avaliou-se então com o presente experimento a quantidade de carbono orgânico total e sua relação com o nitrogênio presente, bem como a presença do carbono lábil e as frações de carbono observadas na matéria orgânica, na forma de ácidos fúlvicos e húmicos, bem como a humina em diferentes sistemas de produção e no cerrado a fim de se determinar a quantidade disponível de cada forma de carbono, além da sua interferência na qualidade do solo.

O experimento foi conduzido retirando-se amostras de solos a diferentes camadas (0-10 e 10-20 cm) em sistemas de plantio direto, produção de pinus, pastagem e cerrado nativo. De acordo com os resultados obtidos, pôde-se observar uma relativa sequência na quantificação do carbono. Os sistemas com pastagem e o cerrado apresentaram maiores quantidade de carbono orgânico total. As formas fracionadas desse carbono se mostraram diferentes e independentes para cada sistema de cultivo. A adoção de medidas de manejo da cultura que promovam a cobertura do solo (ex.: palhada) favorece um melhor teor de carbono no solo, principalmente nas camadas iniciais do perfil.

ABSTRACT

The increasing concentration of greenhouse gases of anthropogenic form generates consequences, such as one rising global mean temperature. Among the role of ecosystems the regulation of the carbon cycle has become essential, and the soil is one of its largest reservoirs.

Moreover, the intensive use of agricultural lands with different cultures year after year can cause degradation if not attend the ideal management conditions. Was forgotten in recent decades the organic fraction in soil. This is an important condition to the soil structuration, generating a consistent aggregates, besides having a high specific surface, important to generating a good cation exchange capacity (CEC) in the soil.

We therefore was analyzed with the present experiment the amount of total organic carbon and its relationship with the nitrogen, also the presence of labile carbon and the fractions of carbon found in the organic matter, as humic and fulvic acids and humin in different production systems and savanna systems (*Cerrado*) in order to determine the available quantity of each form of carbon, as well as their influence on soil quality.

The experiment was realized from soil samples at different layers (0-10 and 10-20 cm) in no-tillage systems, pinus production, pasture and native vegetation. According to the results, one could observe a sequence on the quantification of carbon. The grassland and savanna systems showed the highest amount of total organic carbon. The fractionated forms of carbon were different for each cropping system. Thus, the adoption of management measures that promote cover soil promotes a better carbon soil mainly in the initial layers of the soil horizon.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Mudanças climáticas e o ciclo do Carbono e Nitrogênio	13
2.2. Desenvolvimento Agrícola no Bioma Cerrado.....	13
2.3. Sistemas de Cultivo do Solo	14
2.4. Matéria Orgânica do Solo	17
2.5. Qualidade e Uso Sustentável dos Solos	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Carbono Orgânico Total	23
4.2. Carbono Lábil, Humina, Ácido Húmico e Fúlvico.....	24
4.3. Nitrogênio	28
4.4. Relação C/N.....	30
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de fracionamento químico de substâncias húmicas.	11
Tabela 1 - Quantidade de Carbono Orgânico Total (COT).....	23
Tabela 2 - Quantidade de Carbono Lábil (CL).....	24
Tabela 3 - Quantidade de Carbono na Fração de Ácido Húmico (C_{AH}).....	25
Tabela 4 - Quantidade de Carbono na Fração de Ácido Fúlvico (C_{AF}).....	25
Tabela 5 - Relação de carbono nas frações de ácido húmico e ácido fúlvico (C_{AH}/C_{AF}).....	26
Tabela 6 - Quantidade de Carbono na Fração de Humina (C_{Hum}).....	26
Figura 2 - Teor de C_{AH} e C_{AF} e COT.....	27
Figura 3 - Quantidade de COT e CL.....	28
Tabela 7 - Nitrogênio presente na matéria orgânica componente do solo.....	29
Tabela 8 - Relação C/N.....	30

1. INTRODUÇÃO

O uso da terra relacionado às atividades agrícolas é uma das principais causas de degradação dos solos, afetando negativamente as propriedades químicas, físicas e biológicas (Lal et al., 1998; Trasar-Cepeda et al., 2008).

O uso do solo pelo homem como meio de produção agrícola pode ser caracterizado como um modo magnificador do processo de produção. Sua ação se desenvolve de forma a condicionar o ambiente para que o processo se desenvolva (Dias, 1981). Sua atuação no processo então se torna indireta, e dentre os vários meios que possui para conseguir a melhor produção possível pode destacar o aumento da quantidade de nutrientes e qualidade do solo.

A compartimentalização da matéria orgânica no solo (MOS) ocorre com a formação inicialmente das substâncias húmicas, a qual é constituída por uma mistura de substâncias polidispersas, sem estruturação molecular definida, contendo os principais grupos funcionais do carbono (C). Devido à apresentação química e estereoquímica desenvolvida por esses complexos compostos orgânicos, sua presença no solo pode ser de milhares de anos (Stevenson, 1994; Christensen, 1996).

A matéria orgânica do solo pode ser dividida em dois grupos fundamentais. O primeiro está formado por compostos bem definidos quimicamente. Estes compostos constituem aproximadamente, de 10 a 15% da reserva total do carbono orgânico nos solos minerais, já o segundo é representado pelas substâncias húmicas propriamente ditas, constituindo de 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico (Kononova, 1982).

O teor total de matéria orgânica no solo é um atributo fundamental para a qualidade do solo, uma vez que tem efeitos de longo alcance em propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Reichert et al., 2003). Dentre suas diversas frações, Cunha et al. (2001) destacam a importância do conhecimento das frações húmicas, por demonstrarem boa sensibilidade às perturbações causadas pelos sistemas de uso das terras.

O fracionamento químico mais utilizado é o empregado pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas, e visa à separação e identificação na matéria orgânica de três componentes, que se diferem quanto a solubilização em extrato aquoso condicionado pelo pH, e que são divididos em ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF), e huminas (HU).

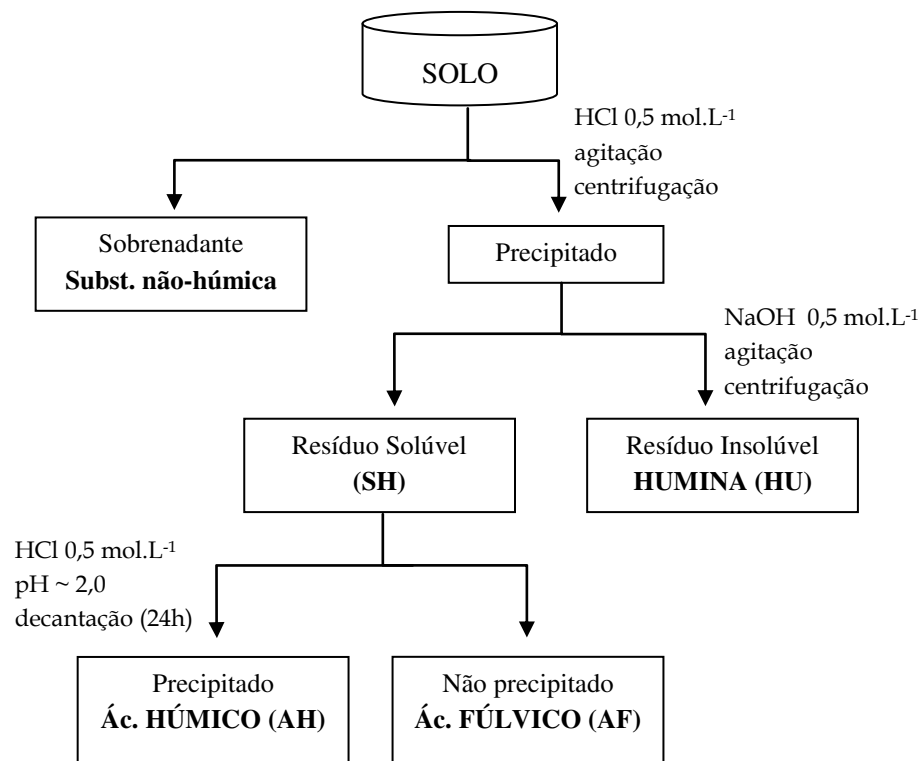


Figura 1 - Esquema de fracionamento químico de substâncias húmicas (Adaptado de Química e Mineralogia do Solo, SBCS 2009).

A presença desses componentes particulados de C no solo é dependente do tipo de solo bem como do tipo de vegetação, uso e manejo do solo, das condições climáticas e da drenagem do solo. Analisando Latossolos brasileiros, a presença de substâncias húmicas (SH) de solos sob condições de pastagem nativa, apresenta teores em torno de 22 a 37% de toda a MOS no horizonte A do perfil do solo (Dick et al., 1998; Lunardi, 2002).

Nesta ótica, analisar a distribuição destas frações em diferentes sistemas de uso e manejo no cerrado é importante para buscar a sustentabilidade destes ambientes, já que as substâncias húmicas constituem quase a totalidade da MOS e desempenham papel importante na reatividade química do solo (Stevenson, 1994).

Entre as diferentes formas de MOS (lábil, lento e recalcitrante), os compartimentos lábeis da matéria orgânica, com a sua rotatividade de poucos dias a meses, podem ser considerados como indicadores finos de qualidade do solo, que influenciam de maneira específica a função do solo e são muito mais sensíveis às mudanças nas práticas de manejo do solo (McGill et al, 1988;. Cambardella, 1998).

O carbono lábil é uma forma biodisponível de carbono e acredita-se que os componentes dessa forma de carbono consistem de biopolímeros celulares, tais como carboidratos,

aminoácidos, peptídeos, aminoácidos açúcares e lipídeos (Lowe, 1978), e é influenciado principalmente pela matéria orgânica recém-adicionada ao solo, possuindo um importante papel na mineralização e fornecimento de nitrogênio aos microrganismos do solo. Considerado um indicador mais sensível de mudanças na qualidade e funcionamento do solo, ele tem uma transformação relativamente rápida, em comparação com o carbono orgânico total (Hoyle et al., 2010), que inclui as frações mais inertes.

A contribuição desses componentes lábeis da matéria orgânica também influencia o estado de qualidade biológica do solo. Stine e Weil (2002) verificaram que um solo que possui matéria orgânica com 50% de reservatório lábil, sugere um solo biologicamente mais ativo e com maior potencial de ciclagem de nutrientes. Stevenson (1994) atribui importância à fração lábil da matéria orgânica, uma vez que é a fonte de energia principal para microrganismos do solo, que são por sua vez, uma fonte primária mineralizável de N, P e S e influenciador na disponibilidade de íons metálicos em solos, formando complexos solúveis.

Este conjunto de matéria orgânica então se torna um dos vários indicadores que podem ser utilizados para avaliar a qualidade da matéria orgânica do solo (Gregorich et al., 1994) e permitir a avaliação dos efeitos de decomposição na fertilidade do solo e a persistência de resíduos e organismos (Gregorich; Janzen, 1996).

Atualmente, existe um grande interesse em quantificar as perdas da qualidade dos solos, em decorrência das práticas de uso e manejo. Este trabalho teve por objetivo avaliar os diferentes agroecossistemas em comparação com o cerrado nativo quanto à relação do carbono orgânico apresentado no solo, sua quantificação e partição nos diversos modos em que pode encontrar-se presente, detectando as peculiaridades de cada sistema de cultivo, e o modo de como abordar para a sua conservação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mudanças climáticas e o ciclo do Carbono e Nitrogênio

Ocorre uma discussão que o aquecimento global progressivo seja causado pelo aumento de gases do efeito estufa. Muitos autores preveem que a temperatura global aumentará entre 1,4 e 4,0 °C no próximo século (Trabalka, 1985; Moore; Roulet, 1995).

Se esse efeito no planeta continuar, vários processos edáficos podem ser acelerados, especialmente os processos biológicos e os ciclos biogeoquímicos no solo (Raich; Schlesinger, 1992), e, portanto, a liberação de gases de efeito estufa como o CO₂, CH₄ e N₂O (Bowman; Sombroek, 1990; Raich; Schlesinger, 1992; Davidson, 1994).

A mineralização da MOS depende de sua qualidade e quantidade, e de fatores climáticos, principalmente a temperatura e a umidade. A região do Cerrado é caracterizada por duas condições climáticas muito bem definidas: no inverno o clima é seco e ameno, e no verão há uma precipitação muito alta e temperaturas elevadas. Essas condições influenciam na atividade microbiana do solo, e conseqüentemente na mineralização da MOS.

2.2. Desenvolvimento Agrícola no Bioma Cerrado

O Bioma Cerrado é um ecossistema típico da zona tropical brasileira e abrange uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares. É caracterizado por uma vegetação de fisionomia e flora próprias, e sua paisagem segue um gradiente que vai desde o campo limpo ao cerradão, com característica de campo sujo de cerrado, campo cerrado e cerrado (*stricto sensu*) (Ribeiro; Walter, 1998).

Os solos mais característicos de áreas de cerrado são os da classe dos Latossolos. Segundo Goedert (1980), os Latossolos apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica, têm baixa capacidade de troca catiônica e são altamente intemperizados e permeáveis, bem estruturados e com alta estabilidade de agregados. São solos, em geral, muito profundos, com potencial para utilização agrícola, podendo a baixa fertilidade e a alta acidez serem corrigidas mediante a adoção de tecnologias de manejo (Ramalho Filho; Beek, 1994).

A ocupação das terras da região do Cerrado transformou essa região na principal produtora de carne bovina e grãos no Brasil. Esse alto potencial agrícola ocorreu devido a programas de desenvolvimento e ocupação desse ecossistema, graças ao avanço tecnológico no manejo do

solo e da biotecnologia, nos diferentes agroecossistemas e da seleção de cultivares adaptados às condições edafoclimáticas da região (Vilela et al., 2002).

Essa substituição das regiões de Cerrados nativos para a agricultura aumentou substancialmente nas últimas três décadas. De um total de 136 milhões de hectares potencialmente aptos para a agricultura, 47 milhões de hectares foram cultivados em 1995 (Macedo, 1995). O uso generalizado de plantio intensivo de solos do Cerrado tem levantado sérias questões sobre o impacto do cultivo sobre a qualidade do solo e sustentabilidade (Resck, 1998).

Até a década de 80, verificou-se um crescimento acentuado de mais de 300% nas pastagens cultivadas no cerrado brasileiro. As culturas de milho e soja também ganharam grande destaque, com intensificação dessa atividade, evoluindo em área plantada, produção e produtividade (Kluthcouski et al., 2003).

Em tal ambiente, a matéria orgânica do solo (MOS) é um componente importante do solo com impacto significativo na ciclagem de nutrientes, atividade biológica, capacidade de troca catiônica e estabilidade de agregados (Silva et al, 1994;. Resck, 1998; Resck et al. , 1999).

No entanto, ao longo do tempo, o uso e a manutenção dessas áreas com uso intensificado dependem do manejo e das características físicas, químicas e biológicas do solo. É necessário então que os recursos naturais envolvidos no processo produtivo agropecuário sejam conservados ou melhorados para se desenvolver uma agricultura sustentável nos agroecossistemas brasileiros.

2.3. Sistemas de Cultivo do Solo

2.3.1. Sistema Plantio Direto

A prática de plantio direto ganhou significativo espaço no Brasil a partir da década de 70, no Sul do país. Surgiu como alternativa no combate à erosão, que era um sério problema, causando o assoreamento de mananciais e a perda da camada fértil do solo. Estima-se que, no Brasil, cerca de 2 a 2,5 bilhões de toneladas de solo são perdidas anualmente por causa da erosão hídrica (Corrêa, 2010).

Os benefícios do sistema plantio direto na estrutura do solo está relacionado ao mínimo revolvimento deste, que se restringe ao sulco de plantio feito em meio aos resíduos da cultura anterior. Diversos estudos têm demonstrado que os resíduos culturais, deixados sobre o solo

no sistema de plantio direto, têm contribuído no aumento do conteúdo de matéria orgânica, da atividade microbiológica, na disponibilidade de nutrientes e infiltração de água no solo (Doran et al., 1984; Wilhelm et al., 1986; Peixoto, 1997).

A liberação de nutrientes no solo a partir da mineralização da palhada depende da ocorrência de condições ambientais (umidade, temperatura, pH, entre outras) adequadas à atividade dos microrganismos presentes no meio e que atuam no processo.

Também é fundamental que a relação C/N dos resíduos seja adequada. Quando essa relação é superior a 30, há um aumento da imobilização do nitrogênio pelos próprios microrganismos, enquanto que relações inferiores a 30 favorecem a decomposição do material orgânico e a liberação de N ao solo. Observa-se que a taxa de liberação de nitrogênio é menor nos primeiros anos de implantação do plantio direto e com o decorrer do tempo, há um restabelecimento do equilíbrio dessa relação C/N, favorecendo a liberação do nitrogênio ao sistema solo-planta (Muzilli, 2002).

O aumento do conteúdo de matéria orgânica e o aporte de nutrientes no solo dependerão do tempo de adoção do sistema e da natureza dos resíduos vegetais adicionados ou mantidos sobre o terreno, além de condições ambientais (umidade, temperatura, pH) favoráveis à atividade microbiana no sistema solo-planta.

Um maior acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo como ocorre nesse sistema de uso do solo, devido ao pouco revolvimento e manutenção de uma cobertura vegetal, beneficia o crescimento dos microrganismos (Balota et al., 2004), e inversamente aos sistemas convencionais, em sistemas de plantio direto, a taxa de decomposição da MOS tende a ser menor e os estoques de C podem permanecer inalterados ou mesmo observar seu aumento (Resck et al., 1999).

Os aumentos de matéria orgânica no solo podem ser superiores neste sistema, em relação ao plantio convencional, contudo, é relevante salientar que a manutenção de uma cobertura do solo no Cerrado da região sudeste do Brasil é dificultada pelo clima, dado ao longo período de estiagem, que acaba por promover a rápida mineralização da palhada. Porém, quando esse sistema é bem manejado e esses resíduos permanecem em superfície do solo, funcionando como fonte de energia (carbono) e nutrientes para a maioria das populações microbianas, pode proporcionar um aumento na atividade biológica e intensificar as relações ecológicas (Powlson et al., 1987).

2.3.2. Sistema Florestal

Nas décadas de 1970 e 1980, a expansão acelerada da atividade florestal no Brasil estimulou o plantio de florestas na região do Cerrado (Juvenal; Mattos, 2002), devido às condições edafoclimáticas e fisiográficas da região serem favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto e pinus.

A atividade florestal pode ter efeito benéfico no sequestro de carbono, diminuindo assim concentrações significativas de dióxido de carbono na atmosfera. Contudo, é atribuída como causadora de grandes desequilíbrios ambientais, pois a exploração dessas florestas está associada ao desmatamento, além de alterar significativamente as propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos. Esse tipo de monocultivo gera perda da biodiversidade local, modifica a diversidade de substrato à biota do solo, alterando, por sua vez, alguns atributos biológicos, como, por exemplo, C-biomassa microbiana, respiração microbiana do solo, além de alterar a densidade e diversidade da fauna edáfica (Baretta et al., 2003).

O reflorestamento ocorre geralmente em solos de baixa fertilidade, a exemplo dos Latossolos. O uso de fertilizantes no reflorestamento é feito geralmente somente na época do plantio, sendo o modo de aplicação quase sempre na cova (Melo; Resck, 2002).

A serrapilheira que é acumulada pela deposição de material orgânico pelo pinus é uma das principais formas de transferência de nutrientes no ecossistema florestal, sendo parte importante na ciclagem destes (Peres et al., 1983; Poggiani; Monteiro Junior, 1990). Esse processo depende da espécie, local e idade do povoamento, com a densidade, composição de espécies, época do ano e atividade dos microrganismos (Fonseca et al., 1993). A decomposição da serrapilheira em *Pinus caribae* é baixa, como observado por Melo e Resck (2002). Esses autores relataram que o maior acúmulo de serrapilheira ocorre no período seco, e vários fatores interferem na velocidade de decomposição, sendo que, no caso do pinus, o fator que mais influencia é a composição química do material, como a presença de resina e o conteúdo de lignina.

Existem estudos sobre as possíveis modificações que as plantações de pinus podem provocar nas propriedades microbiológicas dos solos, e sobre a ciclagem de nutrientes nesse sistema de uso do solo. Mas torna-se necessário saber a que ponto essas alterações e o estabelecimento desse monocultivo por vários anos podem prejudicar a qualidade desses solos, considerando-se que a introdução e adaptação do pinus na região do cerrado é uma

invasão biológica, que não faz parte desse ecossistema, mas que passa a provocar mudanças no funcionamento do solo (Ziller, 2000).

2.4. Matéria Orgânica do Solo

A MOS tem sido utilizada como um importante indicador da qualidade do solo devido sua relação com inúmeras propriedades químicas, físicas e biológicas (Reichert et al., 2003).

A matéria orgânica do solo (MOS) engloba os resíduos vegetais em estágios variados de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração mais estável, denominada húmus (Theng et al., 1989), as quais condicionam as características químicas, físicas e biológicas do solo. A disponibilidade, a qualidade e o tipo de vegetação existente na área influenciada pelos fatores ambientais é que vão definir a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material depositado na superfície do solo (Correia; Andrade, 1999; Moreira; Siqueira, 2006). Sua decomposição é fundamental para regular as taxas líquidas de carbono no estoque do solo e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres.

Esse material denominado de húmus é compreendido por um grupo de compostos de carbono gerados na decomposição dos resíduos orgânicos e que sofreram resíntese (Stevenson, 1994). Possuindo um tamanho coloidal é correspondente de 80 a 90% do carbono do solo, dependendo do uso e manejo adotado (Santos, 2005).

Dessa formação, a MOS pode ser dividida em biomoléculas e substâncias húmicas (Stevenson, 1994; Santos; Camargo, 1999). O primeiro grupo é representado pelos carboidratos, gorduras, ceras, proteínas e ácidos nucleicos (Barreto et al., 2008). No segundo grupo, destacam-se os ácidos húmicos, os ácidos fúlvicos e as huminas por serem um componente fundamental da capacidade produtiva dos solos, por causa dos seus efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions do solo, a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, a agregação, a infiltração, a retenção de água, a aeração e na atividade microbiana e em sua biomassa (Santos et al., 2006).

Cunha et al. (2001) destaca a importância do conhecimento das frações húmicas, devido à sua boa sensibilidade às perturbações causadas pelos sistemas de uso das terras. Desse modo, as substâncias húmicas devem ser consideradas um componente fundamental e influenciador da capacidade produtiva dos solos (Bayer; Mielniczuck, 2008).

Analisar a distribuição destas frações nos diferentes sistemas de cultivo é importante para buscar a sustentabilidade destes ambientes, já que as substâncias húmicas constituem quase a

totalidade da MOS e desempenham papel importante na reatividade química do solo (Stevenson, 1994).

Quanto à distribuição do carbono orgânico nas três frações, ocorre uma dependência do tipo de solo, do tipo de vegetação, do uso e do manejo empregado (Stevenson, 1994; Dick; Martinazzo, 2006). O preparo intensivo do solo, a queima da resteva e a manutenção de culturas com baixa adição de resíduos promovem a degradação de suas propriedades químicas e físicas (Bayer; Mielniczuk, 1997). O conhecimento destas relações, portanto, permite a aplicação de técnicas que promovam a manutenção ou recuperação dos teores de MOS, buscando o equilíbrio entre perdas e ganhos observados em ambientes sob vegetação natural.

As substâncias húmicas, por representam o principal reservatório de carbono no solo, possuem a capacidade de interagir com a atmosfera e conseguir modificar a concentração de CO₂, dependendo do uso e manejo adotado no solo (Piccolo, 1999). Neste sentido, Bayer; Mielniczuk (2008) destacam que as mudanças no ambiente, decorrentes de práticas inadequadas de manejo, podem levar ao rápido declínio da MOS em áreas tropicais e subtropicais. Desta maneira, entende-se que o estudo e a compreensão da dinâmica da MOS são fundamentais para a sustentabilidade dos sistemas naturais e agrícolas (Rocha; Rosa, 2003) presentes nesta região.

2.5. Qualidade e Uso Sustentável dos Solos

O conceito de desenvolvimento sustentável é aquele que: “atende as necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991).

A busca dessa sustentabilidade em um conceito da qualidade do solo trata: "da capacidade em manter a produtividade biológica, dentro do limite de funcionamento do ecossistema, mantendo ou melhorando a qualidade ambiental e a vida animal e vegetal saudável sobre a terra" (Doran; Parkin, 1994).

A sustentabilidade do cerrado depende da preservação de sua capacidade de recuperação após a ocorrência de perturbações. A massiva introdução de espécies exóticas altera os ciclos biogeoquímicos, modificam o regime de fogo e são competidoras de espécies nativas, podendo levá-las à extinção e reduzindo a biodiversidade do bioma. Para se atingir um desenvolvimento sustentável no cerrado, há que se considerarem suas particularidades

ambientais, econômicas e sociais, propor políticas de conservação e utilização de sua biodiversidade (Fonseca et al., 2008).

A implantação de um ambiente agrícola em substituição a qualquer ambientes naturais acarreta em alterações na dinâmica da MOS e gera perturbações onde observa-se os efeitos desta se expressando negativamente nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Cunha et al., 2001). Dependendo do uso e manejo empregado para a condução de um sistema agrícola produtivo, a MOS pode ser alterada com maior ou menor intensidade (Barreto et al., 2008), tendo o principalmente o revolvimento do solo como um importante papel na distribuição de suas frações (Bayer; Bertol, 1999).

É fato que a vegetação natural quando substituída pelo processo agrícola, sofre um desequilíbrio, quase sempre irreversível, que ocasiona alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, gerando impactos ambientais. A proporção dos impactos está diretamente relacionada com o manejo do sistema produtivo adotado, e por isso as práticas agrícolas que pretendem minimizar a degradação do solo e proporcionar maior sustentabilidade da agricultura, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, a exemplo do plantio direto, têm recebido cada vez mais a atenção de pesquisadores e produtores (Balota et al., 1998; Lal, 1997).

Não se deve descartar que as alterações num solo onde antes havia vegetação nativa são feitas para comportar uma cultura com alta produtividade, mas a questão é manejar o solo ao longo do tempo mantendo ou aumentando essa produtividade. A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade contínua do solo de aceitar, estocar água, nutrientes e energia, bem como reter, dispersar e transformar materiais químicos e biológicos, funcionando como um tampão ou filtro ambiental. A qualidade de qualquer solo depende da sua natureza, que é função dos fatores de formação e da interferência antrópica relacionada ao uso e manejo (Gregorich et al., 1994).

Segundo Schmitz (2003), a agricultura moderna tem demandado uma crescente necessidade de estimar de modo eficiente e rápido as modificações que ocorrem no solo. Através do fracionamento químico da MOS, Cunha et al. (2001), verificaram diferenças nos teores e na distribuição das frações húmicas em solos sob cultivo agrícola e vegetação natural. Diante disto, diferentes trabalhos têm buscado analisar os compartimentos da MOS, a fim de criar estratégias de manejo que reduzam o impacto da agricultura sobre o ambiente (Pinheiro et al., 2003; Almeida et al., 2005; Souza et al., 2006).

De forma geral, os indicadores, sejam eles químicos, físicos ou biológicos, servem para monitorar a qualidade do solo, sendo as medições de diferentes propriedades ou processos que ocorrem no solo, feitas de acordo com a função para a qual o solo está sendo avaliado, sendo que essa caracterização do solo também pode auxiliar o planejamento e o desenvolvimento rural.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido a partir de amostras de solo coletados na Fazenda Floresta do Lobo, localizada no município de Uberlândia-MG. A fazenda se encontra num ambiente de bioma Cerrado, à 19°07' de latitude S e 48°18' de longitude W, com altitude aproximada de 930 m e relevo plano. O clima local é do tipo Cwa, apresentando inverno seco e verão quente e chuvoso, segundo a classificação de Köppen, e o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (2006).

As amostras de solos foram coletadas no mês de Abril do ano de 2009, em quatro áreas sob diferentes condições de uso. A primeira área, tomada como referência, situa-se sob vegetação original de cerrado, a segunda sob floresta de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com árvores de 32 anos em sistema de floresta fechada e com camada espessa de serrapilheira na superfície, a terceira sob plantio direto estabelecido há 11 anos, com uso intensivo do solo, utilizando sistema de rotação de culturas (milho, soja e pousio em épocas de estiagem, com predominância de capim *Brachiaria brizantha*), e a quarta área sob pastagem estabelecida a dois anos, predominando o capim *Brachiaria decumbens*, sendo que a área se encontrava com plantio de *Pinus* antes da pastagem.

Foi realizado a coleta de amostras compostas em duas camadas: de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm de profundidade, amostrando-se quatro repetições nos locais escolhidos aleatoriamente dentro de cada área. As amostras foram tamisadas em peneira de 2 mm, e a terra fina seca ao ar (TFSA) foi triturada em almofariz e posteriormente submetida às análises.

A determinação do carbono orgânico total (COT) do solo foi feita pelo processo de oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K_2CrO_7) em meio ácido, sendo o excesso de dicromato titulado com sulfato ferroso amoniacal ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$), segundo metodologia de Yeomans & Bremner (1989). A extração e quantificação do nitrogênio foi feito conforme o método de Kjeldahl, descrito por Melo (1977).

A quantificação do carbono lábil (CL) foi feito de acordo com metodologia proposta por Shang e Tiessen (1997), considerando a perda de permanganato de potássio ($KMnO_4$) à medida que o solo é oxidado. A leitura da alíquota coletada foi realizada em espectrofotômetro (colorímetro) a 565 nm.

Para a extração das substâncias húmicas do solo foi utilizado o método proposto por Benites et al. (2003). Para separação das frações contendo humina, ácido húmico e ácido

fúlvico foi utilizado processo de centrifugação a 7000 rpm durante 15 minutos. Com a separação dos *pellets* e das alíquotas de trabalho obtidas, determinou-se então os teores de carbono na forma de fração ácidos fúlvicos (C_{AF}) e fração ácidos húmicos (C_{AH}) por digestão com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal.

Os resultados de COT, CL, e frações húmicas (C_{AF} , C_{AH} e C_{Hum}) obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey pelo programa estatístico SISVAR, a 0,05 de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Carbono Orgânico Total

Na profundidade de 0-10 cm, a pastagem apresentou maior teor de COT. No geral, houve uma diminuição dos teores de COT na camada de 10-20 cm em todos os sistemas estudados, sendo que não houve diferenças no teor de COT entre os sistemas para essa profundidade, exceto para o cerrado, que não se diferenciou da camada de 0-10 cm, indicando uma maior homogeneidade no perfil do solo dessa área (Tabela 1).

O agroecossistema com pinus foi o que resultou em menores teores de COT, indicando a susceptibilidade da oxidação do COT dos solos, quando estes são submetidos a esse tipo de manejo. Ainda nesse sistema, não houve diferença no teor de COT quando comparados as profundidades de 0-10 e 10-20 cm, isso se deve principalmente ao fato da floresta de pinus já estar instalada a 32 anos no local, o que permite uma estabilidade e homogeneização do COT pelo perfil do solo. Watzlawick & Caldeira (2004) comparando dois sistemas de produção de pinus, um com 14 e outro com 32 anos, observaram que o primeiro apresentava mais que o dobro da concentração de carbono orgânico, acumulado principalmente na serrapilheira.

Tabela 1 - Quantidade de Carbono Orgânico Total (COT) em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Carbono Orgânico Total (g.kg^{-1})		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	21,68 aB	20,41 aA	21,05
Plantio Direto	24,67 aAB	19,75 bA	22,21
Pastagem	28,10 aA	19,03 bA	23,56
Pinus	18,86 aB	16,10 aA	17,48
Médias das prof.	23,33	18,82	
C.V. (%) = 13,890			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Os sistemas de plantio direto e pastagem mostraram melhores teores de COT em sua camada mais superficial. No caso do plantio direto isso se deve principalmente pela presença da palhada no sistema. Esses resíduos orgânicos ou palhada são importantes fonte de energia (carbono) e nutrientes para a maioria das populações microbianas do solo, gerando um aumento na atividade biológica e melhorando as relações ecológicas (Powlson et al. 1987).

Em sistemas de pastagem, o ciclo da gramínea na região do cerrado, com um inverno sem chuvas, fornece a palhada para o sistema de acordo com a senescência anual da cultura nesses ambientes. Neves et al. (2004), avaliando o estoque de carbono em sistemas agrosilvopastoris no noroeste de Minas Gerais também observaram que em pastagens, à medida que se aumenta a profundidade no perfil do solo a quantidade de carbono orgânico diminui.

4.2. Carbono Lábil, Humina, Ácido Húmico e Fúlvico

Avaliando-se o carbono lábil (Tabela 2), o sistema de pinus apresentou maior valor na profundidade de 0-10 cm tanto quando comparado aos outros sistemas, quanto quando comparado às profundidades estudadas. Altos teores de carbono, especialmente das frações lábeis, são essenciais à melhoria da qualidade do solo e sustentabilidade dos sistemas de produção (Blair, 2000). Isso para um agroecossistema de pinus torna-se desejável, já que melhora substancialmente as condições de desenvolvimento da cultura.

Tabela 2 - Quantidade de Carbono Lábil (CL) em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Carbono Lábil (g.kg^{-1})		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	2,55 aB	2,32 aA	2,44
Plantio Direto	2,52 aB	2,49 aA	2,50
Pastagem	2,59 aAB	2,39 aA	2,49
Pinus	3,13 aA	2,59 bA	2,86
Médias das prof.	2,70	2,45	
C.V. (%) = 10,320			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Inácio (2009) avaliando o comportamento vertical de carbono orgânico em Latossolos sobre diferentes usos observou em um sistema de pinus valores de carbono lábil da ordem dos $4,97 \text{ g.kg}^{-1}$ para uma profundidade de 0-10 cm e $6,84 \text{ g.kg}^{-1}$ na camada de 10-20 cm. Contudo a labilidade do carbono nessas profundidades foram as de menores resultados.

Já para o presente experimento, dentre os outros sistemas avaliados não houveram diferenças nem pela camada nem pelos diferentes sistemas estudados.

Para o carbono da fração de ácido húmico (C_{AH}) (Tabela 3) houve significância entre as duas camadas, havendo diminuição dos teores de acordo com o aumento na profundidade do

perfil (10-20 cm) concordando com os estudos de Lima et al. (2008) que observaram diferenças significativas nas frações húmicas em diferentes profundidades analisadas.

Tabela 3 - Quantidade de Carbono na Fração de Ácido Húmico (C_{AH}) em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Fração Ácido Húmico (g.kg^{-1})		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	4,33 aB	3,51 aAB	3,92
Plantio Direto	5,78 aB	4,71 aAB	5,25
Pastagem	7,97 aA	5,10 bA	6,54
Pinus	4,66 aB	3,02 bB	3,84
Médias das prof.	5,69	4,09	
	C.V. (%) = 22,010		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Entre as frações de ácido húmico na profundidade de 0 a 10 cm não houve diferença entre as quantidades observadas, exceto pelo sistema de pastagem e isso pode ser explicado pela condição de menor biodegradabilidade (Neves, 2004). Foi observado também tal característica para a área de pinus, além do que ela apresentou menor quantidade de carbono solúvel em média, tanto para a fração de ácido fúlvico quanto para a de ácido húmico, evidenciando-se também fato para as duas camadas analisadas.

Tabela 4 - Quantidade de Carbono na Fração de Ácido Fúlvico (C_{AF}) em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Fração Ácido Fúlvico (g.kg^{-1})		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	7,36 aA	6,16 bA	6,76
Plantio Direto	7,04 aA	6,71 aA	6,87
Pastagem	7,61 aA	6,13 bA	6,87
Pinus	5,81 aB	4,11 bB	4,96
Médias das prof.	6,95	5,78	
	C.V. (%) = 8,680		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Em média, o teor de carbono das substâncias fúlvicas solúveis (C_{AF}) (Tabela 4) foi superior ao carbono das substâncias húmicas. Observa-se ainda que, nesta fração ocorre uma tendência

de diminuição do teor de carbono em profundidade, chegando a ocorrer na área de pinus as menores concentrações para o C_{AF} .

Nas relações C_{AH}/C_{AF} (Tabela 5) a pastagem apresentou maior relação nas duas profundidades analisadas.

Tabela 5 - Relação de carbono nas frações de ácido húmico e ácido fúlvico (C_{AH}/C_{AF}) de diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Relação C_{AH}/C_{AF}	
	0 a 10 cm	10 a 20 cm
Cerrado	0,58	0,57
Plantio Direto	0,82	0,70
Pastagem	1,05	0,83
Pinus	0,80	0,73

De acordo com Kononova (1982), os valores da relação C_{AH}/C_{AF} para solos temperados variam entre 0,7 a 2,5. Para solos tropicais, os valores médios são mais baixos (Ortega, 1982). Miranda et al. (2007) observaram valores entre 0,3 a 0,6 para Cambissolos e Argissolos em plantios abandonados de eucalipto. Nesse estudo, a única área com relação maior que 1 foi a área de pastagem, provavelmente devido ao maior teor de matéria orgânica.

Tabela 6 - Quantidade de Carbono na Fração de Humina (C_{Hum}) em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Humina ($g.kg^{-1}$)		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	0,66 aB	0,60 aA	0,63
Plantio Direto	0,66 aB	0,60 aA	0,63
Pastagem	0,98 aA	0,60 bA	0,79
Pinus	0,53 aB	0,51 bA	0,52
Médias das prof.	0,71	0,58	
C.V. (%) = 17,880			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

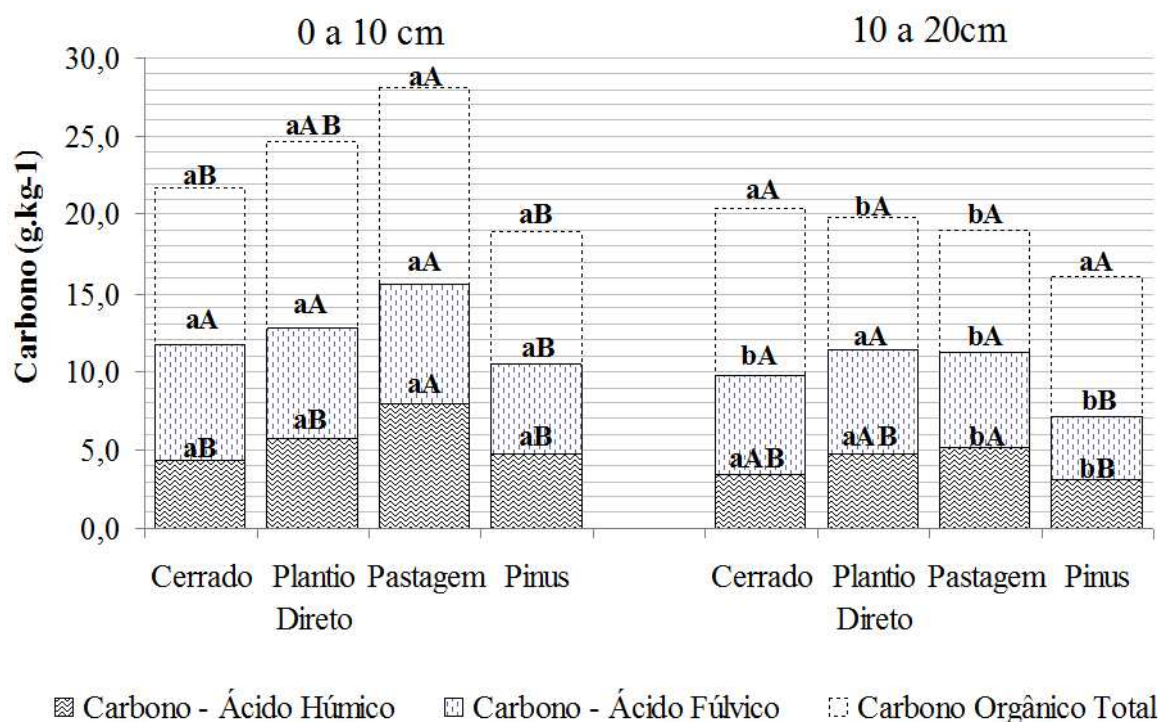
A quantidade de humina presente nos diferentes sistemas de cultivo, para a profundidade de 0 a 10 cm se comportou do mesmo modo que os resultados apresentados para a fração de ácido húmico. Isso pode ser explicado pelas características relativamente semelhantes entre

essas duas frações de carbono presentes no solo, tanto que no processo de extração, essas duas frações são resultantes da decantação de um solubilizado.

Os resultados apresentados na profundidade de 10 a 20 cm não mostraram diferenças quanto aos sistemas de cultivo, mas também acompanharam os mesmos resultados da fração de ácido húmico quanto as diferenças entre profundidades em cada sistema avaliado. Os sistemas de pinus e pastagem foram os que apresentaram pior quantificação de humina na profundidade de 10 a 20 cm, enquanto no sistema de plantio direto a quantidade de humina encontrada se manteve nas duas profundidades, assim como no cerrado.

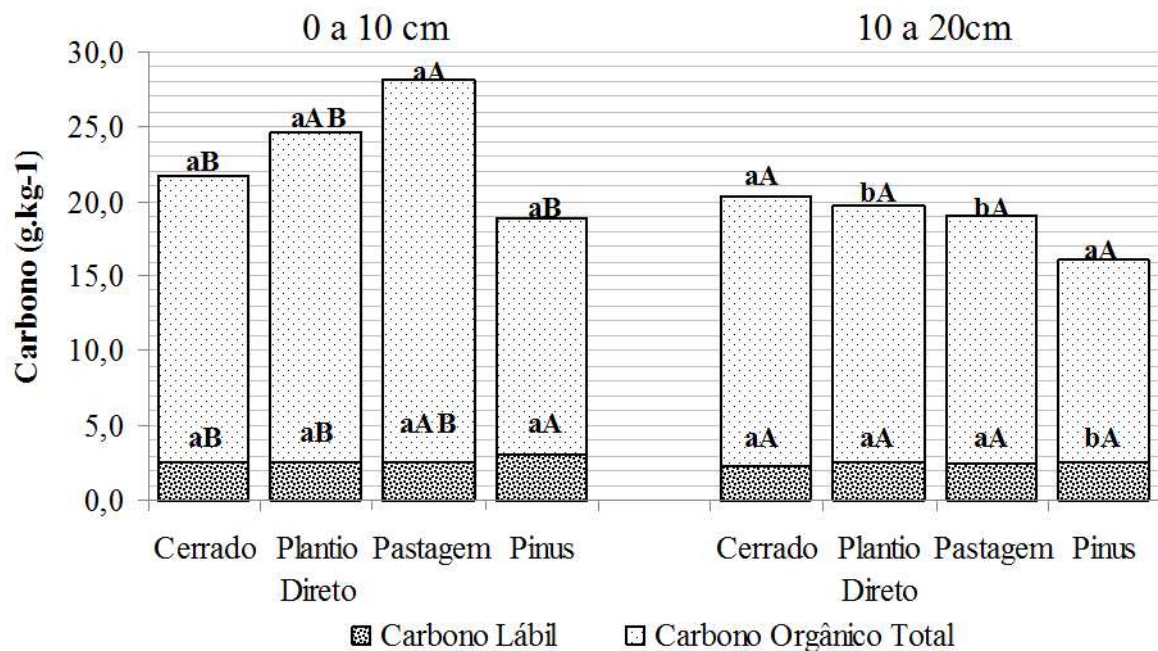
A ciclagem de matéria orgânica pode promover solubilização de frações leves de carbono, aumentando sua quantidade, até mesmo pelo perfil do solo.

A fração de ácido fúlvico (C_{AF}) se mostra em maiores quantidades para qualquer sistema e em qualquer profundidade do que a fração de ácido húmico (C_{AH}) (Figura 2). Um maior estudo sobre a qualidade desse carbono e como disponibilizá-lo rapidamente às plantas, pode trazer uma melhoria de produtividade em determinadas áreas.



Letras iguais, minúsculas entre as profundidades e maiúsculas entre os sistemas de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Figura 2 - Teor de C_{AH} e C_{AF} e COT dos diferentes sistemas de cultivo estudados, em duas profundidades.



Letras iguais, minúsculas entre as profundidades e maiúsculas entre os sistemas de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Figura 3 - Quantidade de COT e CL nos sistemas de cultivo estudados, em duas profundidades.

E de acordo com o Figura 3, a presença da palha ou aplicação da mesma nos sistemas de cultivos pode vir a contribuir com a maior quantidade de carbono orgânico total, sem contudo promover a labilidade do carbono, dado que são vários os fatores que têm sido apontados como controladores da magnitude e velocidade das mudanças nos teores e qualidade da MOS, entre os quais textura do solo, vegetação original, tipo e manejo do solo, clima e, principalmente, a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais (Silva et al., 2004; Carvalho et al., 2009; Costa et al., 2009; Maia et al., 2009).

4.3. Nitrogênio

Com relação à presença do nitrogênio total do solo (Tabela 7) dentre as análises avaliadas, houve maior evidência no sistema de cultivo em plantio direto na camada superficial, isso certamente devido à ocorrência da palhada presente sobre o solo, a qual sofre um processo constante de decomposição e conseqüente mineralização, realizando então uma ciclagem de nutrientes dentre esses o nitrogênio. São facilmente observados maiores adições de C e N em sistemas de cultivo onde são encontrados plantas de cobertura (Amado et al., 2001).

Ainda sobre a avaliação da camada mais superficial, observam-se em decréscimo, quantidades de N na formação de Cerrado, pastagem e floresta de pinus. Devido ao Cerrado servir como forma de definir originalmente as condições do local, o sistema que mais demonstra afetar o ambiente do solo na região no âmbito da presença de N é a floresta de pinus, isso possivelmente a condição de acompanhamento do carbono também presente em menor quantidade nesse sistema.

Tabela 7 - Nitrogênio presente na matéria orgânica componente do solo em diferentes sistemas de manejo.

Sistemas	Nitrogênio (g.kg ⁻¹)		Médias dos sistemas
	Profundidade (cm)		
	0 a 10	10 a 20	
Cerrado	1,453	1,208	1,33
Plantio Direto	2,013	1,103	1,56
Pastagem	1,348	0,998	1,17
Pinus	0,753	0,648	0,70
Médias das prof.	1,39	0,99	

De acordo com Paul et al. (2002) o carbono de camadas superficiais (< 10cm) em solos de áreas com espécies florestais diminui cerca de 3,5% em relação aos 5 primeiros anos de plantio. Essa perda de carbono do solo infere a consequente perda de matéria orgânica no sistema, reduzindo a atividade da microbiota do solo em qualquer outro processo de mineralização.

Dados de perda de N em cultivo de florestas de pinus e araucária também foram observados por Souza (2005) quando comparados a sistemas nativos e pastagens. Dinesh et al. (2003) também observaram a perda de N em sistemas de cultivo florestais quando em comparação a regiões de florestas nativas.

Já na profundidade de 10 a 20 cm houve menor quantidade de N do que quando comparado a superfície, isso em todos os sistemas estudados. Entretanto o Cerrado e o cultivo de pinus mostraram menor diferença entre as profundidades avaliadas, possivelmente devido à interferência do sistema radicular das plantas presentes nesses ambientes, que atuam em maiores profundidades, conduzindo a uma maior igualdade nas condições físico-química e biológica do solo.

4.4. Relação C/N

A relação C/N mostra o fator de imobilização e mineralização da matéria orgânica no solo pela ação dos microrganismos. Segundo Assis et al. (2003) resíduos com alta relação C/N sofrem decomposição mais lenta, o que pode provocar imobilização de certos nutrientes, principalmente nitrogênio.

Tabela 8 - Relação C/N dos diferentes sistemas estudados.

Sistemas	Relação C/N	
	0 a 10 cm	10 a 20 cm
Cerrado	14,9	16,9
Plantio Direto	12,3	17,9
Pastagem	20,8	19,1
Pinus	25,0	24,9

Observa-se (Tabela 8) que o Cerrado mostrou uma baixa relação C/N, na camada de 0 a 10 e 10 a 20 cm, indicando que nesse local ocorre uma rápida mineralização da matéria orgânica presente no solo, o que proporciona um aporte de nutrientes às plantas com maior facilidade e em menor tempo. Entretanto, no sistema de plantio direto, na profundidade de 0 a 10 cm, o resultado apresentado para a relação C/N, menor ainda que no ambiente do Cerrado, de 12,3 indica que nessa área ocorre uma rápida decomposição da matéria orgânica presente no solo, principalmente sob a forma de palhada. Segundo Powlson et al. (1987), os resíduos orgânicos ou palhada são fonte de energia e nutrientes para a maioria das populações microbianas do solo.

Contudo, para um sistema de plantio direto bem estabelecido isso requer maiores atenções, pois proporciona ocorre uma rápida degradação da palhada, deixando o solo exposto às condições ambientais gerando todos os problemas que um sistema de plantio direto tenta prever como: exposição do solo aos fatores ambientais, principalmente à chuva, que causa desagregação de partículas e maior taxa de erodibilidade do solo; alteração considerável na umidade do solo; maior incidência de radiação facilitando a ocorrência de plantas infestantes; além de proporcionar a própria alteração da microbiota do solo.

Nos ambientes de pastagem e floresta de produção de pinus, as taxas de relação C/N já se mostram elevadas, mostrando uma baixa capacidade de manutenção dos sistemas, podendo

indicar no caso, a degradação da pastagem na área. Braz et al. (2004) indicam que uma possibilidade para degradação é que o N necessário para o crescimento das pastagens em regime extensivo, origina-se basicamente da reciclagem pelos resíduos senescidos da própria pastagem e pela mineralização do N orgânico nativo do solo.

Na pastagem as plantas passam a desenvolver mais o sistema radicular em detrimento da parte aérea, favorecendo a acumulação de C no solo, aumentando conseqüentemente a relação C/N, sendo que em dado momento ocorre completa exaustão de N e o pasto degrada e perde a matéria orgânica acumulada (Boddey et al. 2004).

5. CONCLUSÕES

A quantidade de carbono orgânico total presente nos sistemas fica dependente da quantidade, e mais ainda, das características da matéria orgânica presente nos sistemas.

A grande presença de palhada em solos de sistemas de pastagens e plantio direto favorecem a maior quantidade de carbono, diferente de ambientes de floresta de pinus e Cerrado, em que a grande ocorrência de camadas de *litter* não necessariamente se traduzem em grandes teores de carbono orgânico total.

Em vegetações de maior porte (Cerrado e floresta de pinus) é evidenciado uma maior constância do teor de carbono orgânico total no perfil do solo.

Já a labilidade do carbono fica dependente das condições da vegetação e da composição da matéria orgânica no solo. No presente estudo o carbono lábil foi maior no sistema de pinus e em sua camada mais superficial, cabendo ressaltar que não houveram diferenças entre as profundidades nos outros sistemas, e entre os sistemas na camada de 10-20 cm.

Para o carbono das substâncias húmicas, sua ocorrência nos sistemas e profundidades estudadas se mostraram bastante variadas, não apresentando nenhum tipo de padrão. Apenas ressalta-se que para a floresta de pinus, os teores de carbono das substâncias húmicas, especialmente os ácidos fúlvicos, se mostraram menores quando comparado com os demais sistemas.

Em termos gerais, para os diferentes sistemas de cultivos estudados é necessário adotar um manejo adequado da matéria orgânica no solo e de forma individualizada, respeitando as características de cada cultura implantada no local, e observar que o comportamento do carbono no solo poderá servir como um *feedback* da ciclagem de matéria orgânica no ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A.; BERTOL, I.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. DO; JÚNIOR, W. A. Z. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 29, n. 3, p. 437-445. 2005.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; 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. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.

ASSIS, E. P. M.; CORDEIRO, M. A. S.; PAULINO, H. B.; CARNEIRO, M. A. C. Efeito da aplicação de nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição de palhada de sorgo e solo do Cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, nº 2, p. 107-112. 2003.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P.; Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage Research**, v. 77, p. 137-145. 2004.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 641-649. 1998.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. P.; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, p.97-106. 2003.

BARRETO, A. C.; FREIRE, M. B. G. S.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J.; INÁCIO, E. S. B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, n. 5, p. 1471-1478. 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da material orgânica. In: **Fundamentos da matéria orgânica de solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. Ed. Metrópole, Porto Alegre. p. 7-16. 2008.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase na matéria orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 23, n. 3, p. 687-694. 1999.

BAYER, C.; MIELNICKZUC, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 21, n. 1, p. 105-112. 1997.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substância húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo.** Comunicado Técnico nº 16. Embrapa/CNPS, Rio de Janeiro. 2003. 7p.

BLAIR, N. Impacts of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australian. **Soil Tillage Research**, v. 55, nº 3/4, p. 183-191. 2000.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C. de; REZENDE, C. D. P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 103, p. 389-403. 2004.

BOWMAN, A. F., SOMBROEK, W. G. Inputs to climatic change by soil and agriculture related activities. In: **Soils on a Warmer Earth**. Ed. Elsevier, Amsterdam, p. 15-30. 1990.

BRAZ, S. P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. **Degradação de Pastagens, Matéria Orgânica do Solo e a Recuperação do Potencial Produtivo em Sistemas de Baixo “Input” Tecnológico na Região dos Cerrados.** Circular Técnica nº 9. Embrapa/CNPAB, Seropédica. Dezembro, 2004.

CAMBARDELLA, C. A. Experimental verification of simulated soil organic matter pools. In: **Soil Process and the Carbon Cycle**. Ed. Boca Raton, Florida. p. 519-526. 1998.

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

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2ª ed. Ed. FGV, Rio de Janeiro. 1991.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. de. Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semi-árido de Pernambuco. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, p. 358–365. 2010.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese. 1999. 490p.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da; NACIF, P. G. S.; FARIAS, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 33, p. 1137-1145. 2009.

CHRISTENSEN, B. T. Carbon in primary and secondary organi-mineral complexes. In: **Structure and organic matter storage in agricultural soil**. Ed. Boca Raton, p. 97-165. 1996.

CUNHA, T. J. F. et al. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob Cerrado. **Ciência Rural**, v. 1, nº 1, p. 27-36. 2001.

DAVIDSON, E. A. Climate change and soil microbial processes. Secondary effects are hypothesized for better known interacting primary effects. In: **Soil Responses to Climate Change**. Ed. Springer Verlag, Berlim, p.155-168. 1994.

DIAS, A. B. **Alguns elementos de diferenciação entre economia agrícola e economia industrial**. In: XIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Recife: SOBER, p. 46-48. 1981.

DICK, D. P.; MARTINAZZO, R. **Matéria orgânica em ambientes terrestres e aquáticos**: compartimentos, composição e reações. In: Qualidade dos Sedimentos. Porto Alegre: ABRH. cap. 4, p. 65-80. 2006.

DICK, D. P.; GOMES, J.; ROSINHA, P. B. Caracterização de substâncias húmicas extraídas de solos e de lodos orgânicos. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 603-611. 1998.

DINESH, R.; CHAUDHURI, S. G.; GANESHAMURTHY, A. N.; DEY, C. Changes in soil microbial indices and their relationships following deforestation and cultivation in wet tropical forests. **Soil Biol. Biochem.**, v. 24, p. 17-26. 2003.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, p. 3-35. 1994.

DORAN, J. W.; WILHELM, W. W.; POWER, J. F. Crop residue removal and soil productivity with no-till corn, sorghum and soybean. **Soil Sci.Soc.Am.J.** v. 48. p. 640-645. 1984.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41. 2008.

FONSECA, G. A. B. da; MACHADO, R. B.; PRADO, A. C. de A. **A falta de investimentos como ameaça à integridade do Cerrado**. In: Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Embrapa/CPAC, Planaltina. cap. 40, p. 1185-1198. 2008.

FONSECA, S.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; LEAL, P. G. L.; NEVES, J. C. L. Alterações em um Latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem. I. Propriedades físicas e químicas. *Árvore*, v. 17, nº 3, p. 271-288. 1993.

GOEDERT, W. J. **Uso e manejo dos recursos naturais do cerrado: solo e clima**. In: Simpósio sobre o Cerrado. v.5 – Cerrado: uso e manejo. Ed. Editerra. p. 475-498. 1980.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, v. 74, p. 367-375. 1994.

GREGORICH, E. G.; JANZEN, H. H. Storage of carbon in the light fraction and macro organic matter. In: **Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils**. Florida: Boca Raton. p. 167-190. 1996.

HOYLE, F. C.; MURPHY, D. V.; SHEPPARD, J. **Labile carbon**. Disponível em: <http://www.namoi.cma.nsw.gov.au/5sh_labile_carbon.pdf>. Acesso em 10 de maio, 2010.

INÁCIO, E. dos S. B. **Distribuição vertical de carbono orgânico em latossolo sob diferentes usos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009. 86p.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. **O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento**. BNDES Setorial, nº 16, p. 3-30. 2002.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Embrapa/CNPAF, Santo Antônio de Goiás. 2003. 570p.

KONONOVA, M. M. **Matéria orgánica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación**. Barcelona: Oikos-tau. 1982. 365p.

LAL, R.; BLUM, W. H.; VALENTINE, C.; STEWART, B. **Advances in soil Science**. Boca Raton: Lewis Publishers. 1998. 558p.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ enrichment. *Soil and Tillage Research*, v. 43, p. 81-107. 1997.

LIMA, A. M. N; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; MENDONÇA, E. S.; DEMOLINARI, M. S. M.; LEITE, F. P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce – MG. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 32, n. 3, p. 1053-1063. 2008.

LOWE, L. E. Carbohydrates in soil. In: **Soil Organic Matter, Advances in Soil Science**, v.8, p. 65-93. 1978.

LUNARDI, M. H. **Fracionamento físico da matéria orgânica do solo com diferentes energias de sonicação em três latossolos brasileiros sob vegetação nativa**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002. 49p.

MACEDO, J. Os cerrados brasileiros: alternativas para a produção de alimentos no limiar do século XXI. **Revista de Política Agrícola**, v. 4, n. 2, p. 11-18. 1995.

McGILL, W. B.; DORMAAR, J. F.; REINYL-DWYER, E. **New perspective on soil organic matter quality, quantity and dynamics on the Canadian prairies**. In: Land Degradation and Conservation Tillage. Anais do 34th Annual Canadian Society of Soil Science Agriculture Institute at Canada. p.30-48. 1988.

MELO, J. T.; RESCK, D. V. S. **Retorno, ao solo, de nutrientes de serapilheira de pinus no cerrado do Distrito Federal**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n° 75. Embrapa/CPAC, Planaltina. 2002. 18p.

MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. **Química e Mineralogia do Solo**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.2, p. 7-39. 2009.

MELO, W. J. **Dinâmica das formas de carbono e de nitrogênio em um Latossolo Roxo cultivado com *Sorghum bicolor* (L) Moench e com *Dolichos lablab* L, isoladamente, ou em cultura intercalada**. Tese de Livre Docência. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1977. 118p.

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de Mata Atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, n. 5, p. 905-916. 2007.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2ª ed. Lavras: UFLA. 2006. 729p.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n° 100, p. 6-10. 2002.

NEVES, C. M. N. das; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrosilvopastoril sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas. **Ciência agrotec.**, v. 28, n° 5, p. 1038-1046. 2004.

ORTEGA, S. F. **La material orgânica de los suelos y el humus de los suelos de Cuba**. Havana. Academia de Ciências de Cuba. 1982. 136 p.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P.J.; NYAKUENGAMA, J.G.; KHANNA, P.K. Change in soil carbon following afforestation. **Forest Ecology and Management**. v. 168, p. 241-257. 2002.

PEIXOTO, R. T. G. Manejo orgânico da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: **Plantio Direto: o caminho para a agricultura sustentável**. IAPAR, PRP/PG, Ponta Grossa. 1997. 186p.

PERES, J. R. R.; SUEHT, A. R.; VARGAS, M. A. T.; DROZDOWICZ, A. A produção de resíduos vegetais em áreas de cerrado do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 18, p. 1037-1043. 1983.

PICCOLO, A. **Atmospheric CO₂ and alteration of Global Climate**. In: Anais do III Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas. Santa Maria. 1999. 145p.

PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; PALMIERI, F.; SOUZA R. C. de. Matéria orgânica em Latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 1, p. 53-56. 2003.

POGGIANI, F.; MONTEIRO JÚNIOR, E. S. **Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de SP)**. In: Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro. Sociedade Brasileira de Silvicultura, Campos do Jordão. p. 596-602. 1990.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. J. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n° 2, p. 159-164. 1987.

RAICH, J. W.; SCHLESINGER, W. H. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. **Tellus**, v. 44b, p.81-99. 1992.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. S. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. Embrapa/CNPS, Rio de Janeiro. 1994. 65p.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 27, n.2, p. 29-48. 2003.

RESCK, D. V. S.; VASCONCELLOS, C. A.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pasture land on soil carbon pool and dynamics. In: **Global Climate Change and Tropical Ecosystems**. Florida: Boca Raton. p. 169-196. 1999.

RESCK, D. V. S. **Plantio direto**: desafios para os cerrados. In: Anais da XXIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Caxambu. p. 32-33. 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In **Cerrado**: ambiente e flora. Embrapa/CPAC, Planaltina. p. 89-166. 1998.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. **Substâncias húmicas aquáticas**: interações com espécies metálicas. São Paulo: UNESP. 2003. 120 p.

ROULET, N. T.; MOORE, T. R. The effect of forestry drainage practices on the emission of methane from northern peatlands. **Can. J. For. Res.** v. 25, p. 491-499. 1995.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T.; ÁVILA, A. Efeito de práticas culturais sobre o rendimento e outras características agrônômicas de trigo. **Bragantia**, v. 65, p. 669-677. 2006.

SANTOS, C. A. A. **Matéria orgânica de Argissolo vermelho e Latossolo Bruno sob diferentes sistemas de manejo e sob vegetação nativa**: distribuição em frações físicas, qualidade e sorção do herbicida atrazina. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005. 196p.

SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese. 1999. 508p.

SCHIMITZ, J. A. K. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003. 233p.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in a tropical oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. **Soil Science**, v. 162, p. 795-807. 1997.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: **Fertilidade do solo**. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.275-375. 2007.

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, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D. V. S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do oeste baiano. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 18, p. 541-547. 1994.

SOUZA, E. D.; CARBONE, M. A.; CARNEIRO, H. B. P.; SILVA, C. A.;BUZETTI, S. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. **Acta Science Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 305-311. 2006.

SOUZA, I. M. Z. de. **Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana do solo em áreas reflorestadas comparadas ao campo e mata nativa no planalto dos Campos Gerais, SC.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages. 2005.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** 2^a ed. New York: J. Wiley. 1994. 496 p.

STINE, M. A.; WEIL, R. R. The relationship between soil quality and crop productivity across three tillage systems in south central Honduras. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.17, p.1-8. 2002.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M.. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1979.

THENG, B. K. G.; TATE, K. R.; SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems.** Honolulu: University of Hawaii. p. 5-32. 1989.

TRABALKA, J. R. **Atmospheric carbon dioxide and the global carbon cycle.** Office of Energy Research, U.S. Department of Energy. DOE/ER-0239. Washington, DC. 1985. 315p.

TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, M. C.; SEOANE, S.; GIL-SOTRES, F. Biochemical properties of soils under crop rotation. **Applied Soil Ecology**, v. 39, p. 133-143. 2008.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUSA, D. M. G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária.** Série Documentos, nº42. Embrapa/CPAC, Planaltina. 2002. 21p.

WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa de biomassa e carbono orgânico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. **Biomassa & Energia**, v. 1, p. 371-380. 2004.

WILHELM, W. W.; DORAN, J. W.; POWER, J. F. Corn and soybean yield responses to crop residues management under no-tillage, production systems. **Agron.J.**, v. 78, p.184-189. 1986.

YEOMANS, J.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1467-1476, 1989.

ZILLER, S. R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2000. 268p.

MAIA, S. M. F.; OGLE, S. M.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, v. 149, p. 84-91. 2009.