

MATÉRIA ORGÂNICA E AGREGAÇÃO DE UM PLANOSSOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS

Julia Kishida Bochner¹, Milton Marques Fernandes², Marcos Gervasio Pereira³,
Fabiano de Carvalho Balieiro⁴, Ingrid Kely da Silva Santana⁵

(recebido: 14 de fevereiro de 2007; aceito: 19 de dezembro de 2007)

RESUMO: A qualidade da serapilheira pode alterar a agregação do solo, modificando a dinâmica de transformação e alocação do carbono (C) do solo em diferentes compartimentos. Avaliou-se neste estudo, a estabilidade de agregados e sua relação com características químicas da serapilheira, com o carbono orgânico e a fração leve livre da matéria orgânica, sob três diferentes tipos de cobertura vegetal – floresta secundária (FS) e plantios de *Mimosa Caesalpiniaefolia* (PM) e *Carapa guianenses* (PA) com posterior regeneração natural. Amostras de serapilheira foram caracterizadas quanto aos teores de polifenóis, lignina, suberina, tanino, holocelulose e relação C/N. Coletaram-se amostras de terra em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) para estimativa da agregação através da análise do diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e índice de estabilidade dos agregados (IEA). Subamostras das mesmas profundidades foram ainda caracterizadas quanto aos teores de C e da fração leve livre (FLL). Os maiores teores de suberina e polifenóis da serapilheira, encontrados nas áreas FS e PM, reduziram a velocidade de decomposição dos resíduos no solo o que acarretou maiores teores da FLL em ambas as coberturas. Esses compostos contribuíram para a estabilização do C à fase mineral, pois os maiores teores de C foram encontrados nessas áreas. Essa afirmativa é confirmada pelos valores de DMP, DMG e IEA entre as áreas, que são maiores para as coberturas PM e FS. Os teores de polifenóis e suberina foram determinantes na compartimentação do C e agregação do solo das áreas de FS e PM.

Palavras-chaves: Qualidade da serapilheira; carbono orgânico do solo; agregados do solo; solos florestais.

ORGANIC MATTER AND AGGREGATION OF A PLANOSOL UNDER DIFFERENT FOREST COVERINGS

ABSTRACT: The litter quality can alter soil aggregation, modifying the transformation dynamics and allocation of soil carbon (C) in different compartments. This study evaluated the aggregate stability and its relation with litter chemical characteristics, organic carbon and free light fraction (FLL) from the organic matter under three different types of vegetation covering: secondary forest (FS) and plantings of *Mimosa Caesalpiniaefolia* (PM) and *Carapa guianenses* (PA) with subsequently natural regeneration. Litter samples were characterized using polyphenols, lignin, suberine, tannin and holocelulose content and C/N relationship. Soil samples were collected in two depths (0-10 and 10-20 cm) and soil aggregation were estimate using mean weight diameter (DMP), mean geometric diameter (DMG) and index of aggregate stability (IEA) analysis. Soil samples in the same depths were also characterized using C and FLL content. The highest suberine and polyphenols content of the litter found in the areas FS and PM reduced the speed of residues decomposition in the soil causing larger FLL content in both coverings. Those compositions contributed to the stabilization of C in the mineral phase, because the highest C content was found in those areas. This fact is confirmed by the values of DMP, DMG and IEA among the areas. They are higher in the coverings, PM and FS. It can be concluded that the polyphenols and suberine content were decisive in the subdivision of C and in the aggregation of the soil in the areas of FS and PM.

Key words: *Mimosa caesalpiniaefolia*; *Carapa guianenses*; soil aggregation, forest soils.

1 INTRODUÇÃO

Os agregados constituem-se em um conjunto coerente de partículas do solo com forma e tamanho definidos, comportando-se como uma unidade estrutural. Sua morfologia

e presença variam tanto lateral como verticalmente no perfil, podendo existir diferentes tipos de agregados dentro de um mesmo horizonte (GUERRA et al., 2005).

A formação de um agregado pode ocorrer, de maneira geral, em duas etapas simultâneas ou não, uma de

¹Estudante de Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – BR 465, km 7 – 23890-000 – Seropédica, RJ – juliaflorestal@gmail.com

²Doutorando em Agronomia, Ciência do Solo na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – BR 465, km 7 – 23890-000 – Seropédica, RJ – miltonmf@gmail.com

³Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – BR 465, km 7 – 23890-000 – Seropédica, RJ – gervasio@ufrj.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Solos – Embrapa Solos – Rua Jardim Botânico 1024 – 22460-000 – Rio de Janeiro, RJ – carvalieiro@yahoo.com.br

⁵Estudante de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ – BR 465, km 7 – 23890-000 – Seropédica, RJ – ingridasilva_f@yahoo.com.br

aproximação das partículas unitárias e outra que consiste na manutenção ou estabilização dessa primeira aproximação. A primeira etapa pode ser decorrente das variações do conteúdo de água no solo, favorecida pelos ciclos de umedecimento e secagem, por meio da ação das raízes vegetais, de hifas de fungos ou pela atração eletrostática das partículas do solo. A consolidação dessa aproximação, pode ser feita pela ação de agentes cimentantes, sendo os principais as substâncias húmicas, as argilas silicatadas e os óxidos de ferro e alumínio (SILVA & MIELNICZUK, 1997).

Mudanças no uso do solo e a própria qualidade do material orgânico depositado podem alterar a agregação e conseqüentemente a estabilidade dos agregados, modificando a dinâmica de transformação e alocação do carbono (C) em diferentes compartimentos (Martens, 2000; Pinheiro et al., 2004). Ao avaliar os teores de C orgânico e a estabilidade dos agregados em solo incubado com diferentes resíduos vegetais, Martens (2000) verificou que as maiores perdas de C, via respiração dos resíduos, ocorreram naqueles com os menores teores de polifenóis e maiores quantidades de carboidratos. As menores perdas ocorreram nos que apresentavam os maiores teores de polifenóis, no caso estudado os resíduos de milho, alfafa e canola. Paralelo à permanência do C no solo, o autor também verificou o aumento no diâmetro dos agregados, sugerindo que o teor de polifenóis dos resíduos seria um importante fator na estabilização e manutenção do C no solo.

Embora os mecanismos de estabilização das partículas do solo, com a posterior formação de agregados, envolvam produtos do metabolismo microbiano e radicular, fica evidente que o conhecimento das características bioquímicas da matéria orgânica adicionada ao solo permite prever a sua taxa de decomposição e até o seqüestro de C pelo solo (CAMPOS et al., 1995; MARTENS, 2000; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006a; SILVA & MIELNICZUK, 1997). Estudos como os de Balieiro et al. (2006) e Resh et al. (2002) têm mostrado que os solos sob florestas plantadas com leguminosas fixadoras de N₂ apresentam maior potencial de seqüestro de C que aqueles sem essa contribuição, embora ainda sejam escassos os trabalhos que avaliem as mudanças nos compartimentos do C em solos sob antigos plantios de espécies leguminosas e não leguminosas arbóreas no Brasil. Dentro desse cenário, a Floresta Nacional (FLONA) Mário Xavier, localizada no município de Seropédica, Rio de Janeiro, possui uma extensa área onde foram plantadas, na década de 40, parcelas com espécies nativas e exóticas, oferecendo condições ideais para realização desse tipo de estudo.

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a estabilidade de agregados e sua relação com as características químicas da serapilheira depositada, carbono orgânico e a fração leve livre do solo, em áreas com três tipos de cobertura vegetal – floresta secundária, e plantios de *Mimosa caesalpiniaefolia* (Sabiá), *Carapa guianenses* (Andiroba) com 60 anos de idade, com posterior regeneração natural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Floresta Nacional Mário Xavier, no estado do Rio de Janeiro, dentro dos limites territoriais do município de Seropédica, encerrando área compreendida pelos paralelos 22° 42' e 22° 45' S e pelos meridianos 43° 41' e 43° 44' WGR. O clima da região de estudo é classificado como Aw, segundo Köppen, com verões chuvosos e invernos secos. As médias da temperatura e da precipitação dos últimos dez anos são respectivamente 25,2 °C e 1.279,91mm (Estação Meteorológica da PESAGRO-Seropédica/RJ).

2.2 Unidades de estudo

Foram selecionadas três áreas para o estudo, sendo uma floresta em sucessão secundária espontânea (FS), com idade aproximada de 80 anos (SANTOS, 1999), com cerca de 60 ha e com ocorrência predominante de 4 espécies: *Casearia obliqua*, *Sparattosperma leucanthum*, *Eugenia florida* e *Campomanesia* sp que juntas representaram 70% do total amostrado (RODRIGUES, 2006). As outras duas áreas analisadas foram dois plantios realizados em 1946, um de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (Sabiá) (PM) e outro de *Carapa guianenses* Aubl. (andiroba) (PA), com espaçamento 2 x 2 m, em talhão de 1.000 m² cada.

No entanto, no ano de 1990 um incêndio queimou cerca de 70% do plantio de Sabiá e 90% do plantio de Andiroba, sendo as árvores mortas, de ambas as espécies, cortadas e deixadas no local. A abertura do dossel possibilitou a invasão de outras espécies gerando um processo de regeneração secundária (FERNANDES, 2005). Segundo levantamento florístico realizado por Rodrigues (2006), 15 anos após a ocorrência do incêndio foram encontradas 8 espécies no plantio de Sabiá, destacando-se as espécies *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Erythroxylum pulchrum*, *Guarea guidonea* e *Lecythis pisonis*, que juntas representaram 95,45%, do total levantado. No plantio de andiroba foram encontradas 14 espécies, com predomínio das espécies *Piptadenia gonoacantha*, *Mimosa*

caesalpinaefolia, *Aureliana fasciculata* e *Guarea guidonea*, representando 82% dos indivíduos amostrados.

O solo na área de FS foi classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico gleissólico, enquanto os solos nas áreas de PM e PA foram classificados como PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico arênico, de acordo com Embrapa (2006).

2.3 Coleta e análise do solo

Cada área foi amostrada em julho de 2005 a partir da abertura de 4 trincheiras de 0,5 x 0,5 x 0,5m de dimensão, com auxílio de cavadeira e pá reta. Foram retirados, de três faces da trincheira, torrões representativos das camadas de 0-10 e 10-20 cm, representando cada, uma amostra simples. Assim, de cada área se obteve 4 amostras compostas de cada profundidade.

2.4 Composição química da serapilheira

Amostras da serapilheira depositada (2003/04) em cada área foram caracterizadas quimicamente quanto aos teores de polifenóis, lignina, suberina, tanino e holocelulose, utilizando-se procedimento descrito por Browning (1967) e Fernandes (2005). Quanto à determinação do nitrogênio (N) utilizaram-se os dados obtidos por Fernandes (2005), em estudo realizado nas mesmas áreas. O método utilizado para a determinação do teor de N na serapilheira foi o método semi-micro Kjeldahl (BREMNER & MULVANEY, 1965).

2.5 Avaliação da estabilidade de agregados

No laboratório, após peneiramento (8 mm) e secagem à sombra por 72h, procedeu-se à determinação da distribuição e estabilidade dos agregados em água, segundo o princípio descrito por Kemper & Chepil (1965), que utiliza o aparelho de oscilação vertical Yooder (1936), com conjunto de peneiras com malhas de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25 e 0,105 mm de diâmetro. Para a tamisação, foi realizado um pré-tratamento das amostras (25 g), por meio do umedecimento com água, via atomizador. O conjunto de peneiras foi regulado de modo que a lâmina de água atingisse a porção superior da amostra na peneira de maior diâmetro. A tamisação foi realizada por um período de 15 minutos.

Quantificou-se a proporção de solo seco (60°C, por um período mínimo de 24 horas) contida em cada peneira e, por diferença, o que ultrapassou a última peneira (< 0,105 mm). Os valores obtidos foram usados para cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio

geométrico (DMG) e o índice de estabilidade dos agregados (IEA), segundo as equações abaixo;

$$DMP = \sum_{i=1}^n (xi \cdot wi)$$

Onde:

wi = proporção de cada classe de agregados em relação ao total e

xi = diâmetro médio das classes (mm).

$$DMG = \frac{\sum_{i=1}^n w \cdot p \cdot \text{Log} xi}{\sum_{i=1}^n wi}$$

Onde:

wp = peso dos agregados de cada classe (g)

$$IEA = \frac{(Ps - wp_{0,105} - \text{areia})}{(Ps - \text{areia})} * 100$$

Onde:

Ps é a massa da amostra seca (g) e

Wp_{0,105} é a massa dos agregados da classe < 0,105 mm (g)

2.6 Carbono orgânico e fração leve livre

Cada amostra composta das áreas foi caracterizada quanto aos teores de C orgânico segundo Embrapa (1997). A fração leve livre foi quantificada, segundo o procedimento proposto por Sohi et al. (1998), modificado por Machado (2002).

2.7 Análise estatística dos dados

As áreas foram comparadas, para cada variável e profundidade individualmente. Foram realizadas análises de variância, aplicando-se o teste F. Para as variáveis cujo teste F foi significativo, compararam-se as médias estudadas, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéricas (SAEG).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A serapilheira das áreas apresentou composição química diferenciada (Tabela 1).

Entre os constituintes da serapilheira, o de maior expressão foi a suberina, com valores entre 460 g kg⁻¹ e 290 g kg⁻¹, sendo os maiores valores verificados na área FS,

Tabela 1 – Composição química (g kg^{-1}) da matéria seca de serapilheira da floresta secundária (FS) e de plantios de Sabiá (PM) e Andiroba (PA).**Table 1** – Chemical composition (g kg^{-1}) of the dry matter of litter of the secondary forest (FS) and plantations of Sabiá (PM) and Andiroba (PA).

Material	FS	PM (g kg^{-1})	PA
Polifenóis	90,0b	260,0a	80,0c
Lignina	200,0a	200,0a	130,0b
Suberina	460,0a	290,0b	290,0b
Tanino	20,0a	20,0a	10,0b
Holocelulose	160,0a	160,0a	140,0b
Lignina/N	10,47b	11,62a	5,85c
Lignina+Polifenóis/N	15,18b	26,74a	9,45c
C/N	22,430b	26,510a	17,055c

diferindo estatisticamente das demais. Com elevada participação destacam-se também a lignina, com valores entre 200 g kg^{-1} e 130 g kg^{-1} , e holocelulose, 160 a 140 g kg^{-1} . A suberina é um composto fenólico que dificulta a ação dos organismos decompositores, pois promove a impermeabilização do material foliar, sendo principalmente encontrada em tecidos da periderme de materiais não-madeiros, tais como: beterraba, batata doce, cascas de árvores e folhas, e em geral em monocotiledôneas como bambu, palmas, cana-de-açúcar, podendo alcançar um teor entre 40-50% (FIGUEIREDO et al., 2002). Fernandes (2005), na mesma área de estudo, também verificou elevados valores de suberina na área FS, sugerindo que esses valores poderiam estar diminuindo a ação dos organismos decompositores, nessa área.

Como a quantidade de material orgânico existente sobre o solo é consequência da massa aportada e de sua velocidade de decomposição, observa-se que a qualidade do material das áreas PA e PM proporciona taxas elevadas de decomposição. Segundo resultados de Fernandes (2005) a meia-vida de folhas senescentes das áreas de estudo se relacionou inversamente com a quantidade de nitrogênio ciclado via serapilheira, onde foram encontrados valores de N na área de PA igual a 216 kg ha^{-1} ; na área de PM 177 kg ha^{-1} e na área de FS 150 kg ha^{-1} . A associação dos menores valores de suberina e dos maiores de N nas áreas PA e PM favorecem uma mais rápida decomposição da serapilheira, proporcionando menores valores da FLL nessas áreas (Figura 1).

A FLL é a mais dinâmica no solo, por causa da ausência de proteção física e interações químicas, que

culminam na formação de compostos organo-minerais estáveis no solo (CHRISTENSEN, 1996; PINHEIRO et al., 2004; ROSCOE & MACHADO, 2002).

A característica química, que pode estar contribuindo para os elevados teores de FLL no solo na área de FS, é o teor de suberina (Tabela 1), em razão de seu caráter hidrofóbico e recalcitrante (CONSTANTINIDES & FOWNES, 1994; FIGUEIREDO et al., 2002; OGLESBY & FOWNES, 1992) e a baixa palatabilidade à fauna do solo (COTRUFO et al., 1998).

Com relação aos teores de C, para as duas camadas de solo, verifica-se que a textura arenosa (Tabela 2) não permite acumulação significativa de C na superfície, sendo esses teores menores quando comparados a solos argilosos, sob cobertura florestal (RESENDE et al., 2006; ZINN et al., 2002).

O teor de C mais elevado na área de FS (Figura 2) pode estar relacionado ao maior tempo de cobertura florestal da área. Além disso, o fato de não ter ocorrido queimada, nem supressão total da vegetação nessa área, possibilitou um tempo de acúmulo de carbono, pelo aporte de serapilheira, maior quando comparado às demais áreas. Moreira & Costa (2004) observaram que o desmatamento de áreas de floresta primária na Amazônia alterou, significativamente, o conteúdo de carbono orgânico do solo, na profundidade de 0-10 cm, tendo sido constatada uma recuperação parcial no estoque de carbono somente após o quarto ano de idade do reflorestamento. Verificou-se, portanto, que o conteúdo de carbono orgânico do solo tem uma relação com a idade do reflorestamento ou da cobertura florestal.

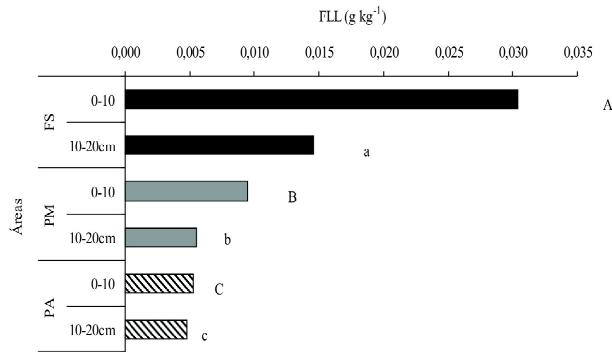


Figura 1 – Distribuição em profundidade do teor da fração leve livre (FLL), nos diferentes tratamentos. FS: floresta secundária; PM: plantio de Sabiá; PA: plantio de Andiroba. Letras maiúsculas e minúsculas diferentes indicam, respectivamente, diferença estatística entre as áreas na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, pelo teste de Tukey, a 5%.

Figure 1 – Distribution in depth of the free light fraction content (FLF) in the different treatments. FS: secondary forest; PM: mimosa plantation; PA: andiroba plantation. Capital and lower-case letters indicate, respectively, statistical difference among the areas in the depth of 0-10 and 10-20 cm by the test of Tukey at 5%.

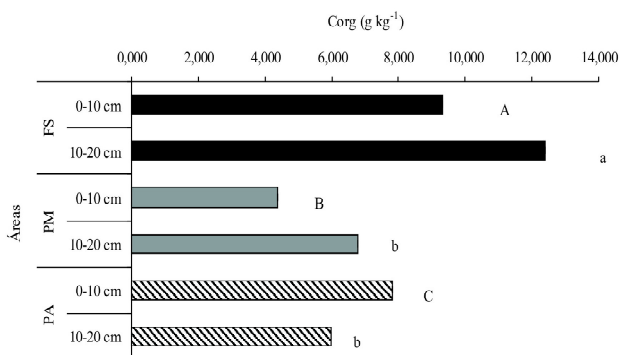


Figura 2 – Distribuição em profundidade do teor de carbono orgânico (C.org.) nas áreas. FS: floresta secundária; PM: plantio de Sabiá; PA: plantio de Andiroba. Letras maiúsculas e minúsculas diferentes indicam, respectivamente, diferença estatística entre as áreas na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, pelo teste de Tukey, a 5%.

Figure 2 – Distribution, in depth, of the organic carbon content (C.org.) in the areas. FS: secondary forest; PM: mimosa plantation; PA: andiroba plantation. Capital and lower-case letters indicate, respectively, statistical difference among the areas in the depth of 0-10 and 10-20 cm by the test of Tukey at 5%.

Além disso, os teores mais elevados de suberina na área de FS contribuem para a estabilização do C à fase mineral por meio de mecanismos de oclusão e complexação (MARTENS, 2000; ROSCOE & MACHADO, 2002). Os teores de C mais baixos em PA e PM permitem inferir que a qualidade química da serapilheira aportada nessas áreas intensifica a decomposição e as saídas de C, via respiração ou lixiviação de resíduos (FERNANDES et al., 2006).

Analisando-se os resultados da granulometria das três áreas (Tabela 2), observa-se que, apesar das mesmas apresentarem variações quanto às proporções das frações granulométricas, todas se enquadram na classe textural média, em ambas as profundidades, com exceção da área de PA, na profundidade de 0-10 cm, que se enquadrou na classe arenosa. Essa informação é importante no estudo, pois caso as áreas apresentassem variações significativas na granulometria, sobretudo no teor de argila, a comparação entre as áreas ficaria comprometida, pois a textura, e não os compostos orgânicos da serapilheira, poderia ser o fator determinante das diferenças na estabilidade de agregados.

Observa-se que, para todos os índices de agregação analisados (DMP, DMG e IEA) a área de floresta secundária apresentou os maiores valores desses atributos, diferindo estatisticamente das demais áreas, para ambas as profundidades (Figura 3). As áreas PA e PM não apresentaram diferenças entre si, em ambas as profundidades. A presença de compostos recalcitrantes na serapilheira da FS, como a suberina, favorece uma maior estabilização dos agregados do solo, conforme descreve Martens (2000) estudando a bioquímica de resíduos vegetais e sua contribuição na ciclagem e seqüestro de carbono. Acredita-se que, por causa dos maiores teores de compostos recalcitrantes a relação entre fungos e bactérias seja maior na área FS que na área PA e PM, o que pode favorecer o “efeito agregador” dos fungos pelo crescimento das hifas e aumento dos exsudatos do solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006b).

Associado ao efeito da presença de compostos recalcitrantes na serapilheira da FS, que favorece uma maior estabilização dos agregados, o maior teor de carbono orgânico e os maiores teores de argila presente no solo na área FS (Figura 2 e Tabela 2) também contribuíram para os resultados de DMP, DMG e IEA (Figura 3). Neves et al. (2006) observaram correlação positiva entre o teor de carbono total do solo e a estabilidade dos agregados, demonstrando que um maior teor de carbono orgânico, no solo, resulta numa melhor agregação.

Tabela 2 – Granulometria de amostras superficiais (0-10 e 10-20 cm de profundidade) das três áreas analisadas.

Table 2 – Particle size distribution of superficial samples (0-10 and 10-20 cm of depth) of the analyzed areas.

Áreas	Profundidade (cm)	Areia (g.kg ⁻¹)	Silte (g.kg ⁻¹)	Argila (g.kg ⁻¹)	Classe textural
FS	0-10	685	135	180	Média
	10-20	430	390	180	Média
PM	0-10	800	100	100	Média
	10-20	770	130	100	Média
PA	0-10	855	80	65	Arenosa
	10-20	780	120	100	Média

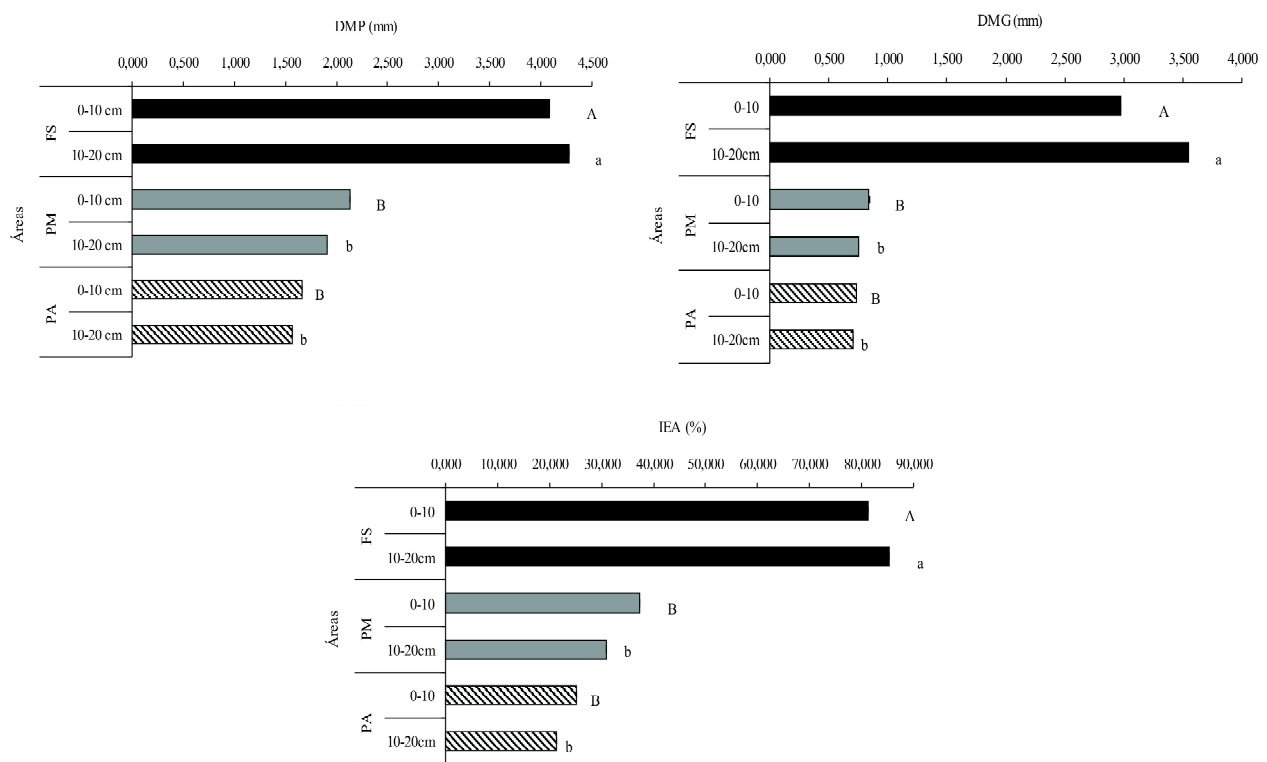


Figura 3 – Distribuição dos índices de agregação, em profundidade, nos diferentes tratamentos: (a) Distribuição do Diâmetro Médio Ponderado (DMP); (b) Distribuição do Diâmetro Médio Geométrico (DMG); (c) Distribuição do Índice de Estabilidade de Agregados (IEA). FS: floresta secundária; PM: plantio de Sabiá; PA: plantio de Andiroba. Letras maiúsculas e minúsculas diferentes indicam, respectivamente, diferença estatística entre as áreas na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, pelo teste de Tukey, a 5%.

Figure 3 – Distribution of the aggregation indexes in depth in the different treatments: (a) Distribution of the mean weight diameter (DWD); (b) Distribution of the mean geometric diameter (MGD); (c) Distribution of the index of aggregate stability (IAS). FS: secondary forest; PM: mimosa plantation; PA: andiroba plantation. Capital and lower-case letters indicate, respectively, statistical difference among the areas in the depth of 0-10 and 10-20 cm of Tukey test at 5%.

4 CONCLUSÕES

A qualidade da serapilheira proporcionou maiores valores da FLL, na área FS. Ainda para essa área, os compostos orgânicos presentes na serapilheira e o maior teor de carbono orgânico no solo favoreceram uma melhoria na agregação, avaliada através do DMP, DMG, IEA.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES – Programa PRODOC, pelas bolsas e recursos concedidos e a FLONA – Mário Xavier.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO, F. C.; PEREIRA, M. G.; ALVES, B. J. R.; RESENDE, A. S.; FRANCO, A. A. Soil carbon and nitrogen stocks in afforested areas with eucalyptus and guachapele. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracajú, SE. **Anais...** Aracaju: [s.n.], 2006. CD-ROM.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total: determination of nitrogen in soil by Kjeldahl method. **Journal Agricultural Science**, Madison, v. 55, p. 11-33, 1965.
- BROWNING, B. L. **Methods of wood chemistry**. New York; London; Sydney: Wisconsin, 1967. 291 p.
- CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 121-126, 1995.
- CHRISTENSEN, B. T. Matching measurable soil organic matter fractions with conceptual pools in simulation models of carbon turnover: revision of models structure. In: POWLSON, D. S.; SMITH, P.; SMITH, J. V. (Eds.). **Evaluation of soil organic matter models**. Berlin: Springer-Verlag, 1996. p. 157-170.
- CONSTANTINIDES, M.; FOWNES, J. H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plantas: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biological Biochemistry**, Amsterdam, v. 26, p. 49-55, 1994.
- COTRUFO, M. F.; BRIONES, M. J. I.; INESON, P. Elevated CO₂ affects field decomposition rate and palatability of tree leaf litter: importance of changes in substrate quality. **Soil Biological Biochemistry**, Amsterdam, v. 30, p. 1565-1571, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FERNANDES, M. M. **Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes e nas características do solo em áreas da Floresta Nacional Mário Xavier, RJ**. 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.
- FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiaefolia Benth*) e andiroba (*Carapa guianensis Aubl.*) na FLONA Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.
- FIGUEIREDO, J. V. L.; ABREU, H. S.; ALBUQUERQUE, C. E. C. **Química e bioquímica da madeira**. Seropédica: UFRRJ/IF/DPF, 2002. 108 p.
- GUERRA, J. K.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340 p.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Aggregate stability and size distribution. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. pt. 1, cap. 39, p. 499-510. (Agronomy, 9).
- MACHADO, P. L. O. **Fracionamento físico do solo por densidade e granulometria para quantificação de compartimentos da matéria orgânica do solo: um procedimento para a estimativa promemorizada do sequestro de carbono do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2002. (Comunicado técnico, 9).
- MARTENS, D. A. Plant residues biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. **Soil Biological Biochemistry**, Amsterdam, v. 32, p. 361-369, 2000.
- MOREIRA, A.; COSTA, D. G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 1013-1019, 2004.

- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Metabolismo e processos microbianos. In: _____. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006a. p. 163-201.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Xenobióticos no solo. In: _____. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006b. p. 263-311.
- NEVES, C. S. V. J.; FELLER, C.; KOUAKOUA, E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1410-1415, 2006.
- OGLESBY, K. A.; FOWNES, J. H. Effects of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminous trees. **Plant and Soil**, Des Moines, v. 143, p. 127-132, 1992.
- PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Aggregation distribution and soil organic matter under different tillage systems for vegetable crops in a Red Latosol from Brazil. **Soil & Tillage Research**, Madison, v. 77, p. 79-84, 2004.
- RESENDE, A. S.; MACEDO, M.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. In: GARAY, I.; BEKER, B. (Orgs.). **Dimensões humanas da biodiversidade**. Petrópolis: Vozes, 2006. p. 315-340.
- RESH, S. C.; BINKLEY, D.; PARROTA, J. A. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing trees compared with *Eucalyptus* species. **Ecosystems**, New York, n. 5, p. 217-231, 2002.
- RODRIGUES, R. M. M. **Regeneração e estrutura de áreas naturais e revegetadas na Floresta Nacional Mário Xavier – Seropédica, RJ**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86 p.
- SANTOS, L. A. F. **Floresta Nacional Mário Xavier: uma proposta de planejamento ambiental**. 1999. 299 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.
- SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregados do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 113-117, 1997.
- SOHI, S.; MAHIEU, N.; GAUNT, J. ¹³C NMR to verify modelable soil organic matter fractions defined by physical location (compact disc). In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier. **Proceedings...** Montpellier: [s.n.], 1998.
- YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature erosion losses. **Journal American Society of Agriculture**, Madison, v. 28, p. 337-351, 1936.
- ZINN, Y. L.; RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. Soil organic carbon as affected by afforestation with *Eucalyptus* and *Pinus* in the *Cerrado* region of Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 166, p. 285-294, 2002.