

## CARBONO ORGÂNICO TOTAL E FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DA CEPA DE EUCALIPTO

Geraldo Erli de Faria<sup>1</sup>, Nairam Felix de Barros<sup>2</sup>, Ivo Ribeiro da Silva<sup>3</sup>, Roberto Ferreira de Novais<sup>4</sup>, Artur Orelli Paiva<sup>5</sup>

(recebido: 07 de janeiro de 2008; aceito: 30 de julho de 2008)

**RESUMO:** O conhecimento da distribuição horizontal e vertical do carbono orgânico total e das frações da matéria orgânica do solo sob cepas remanescentes de eucalipto no campo permite melhor compreensão das mudanças que podem ocorrer nessas características ao longo do cultivo. Objetivou-se, no presente trabalho, objetivos determinar a variação de teores de carbono orgânico total do solo e das frações da matéria orgânica a diferentes distâncias horizontais da cepa remanescente de eucalipto, de diferentes idades, na direção da linha da cepa. Para tanto, amostras de solo foram coletadas ao redor da cepa de eucalipto de rotação anterior, com 31 e 54 meses de idade, e ainda, nas distâncias de 30, 60, 90, 120 e 150 cm, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade. As amostras de solo foram analisadas para: carbono orgânico total (COT) e teores de carbono nas substâncias húmicas (SH) e na fração leve livre (FLL). Os resultados obtidos indicaram variação nos teores de C orgânico das diversas frações da matéria orgânica do solo à medida que se distanciam das cepas remanescentes de eucalipto (CRE) aos 31 e 54 meses. Os teores de C da fração ácidos fúlvicos, fração humina, SH e COT variam com a idade das CRE e os maiores teores de C das diversas frações da matéria orgânica do solo na camada superficial refletem a deposição e manutenção dos resíduos florestais na superfície do solo, principalmente após a colheita florestal.

Palavras-chave: Matéria orgânica do solo, substâncias húmicas, amostragem de solo.

## TOTAL ORGANIC CARBON AND FRACTIONS OF ORGANIC MATTER IN DIFFERENT DISTANCES OF EUCALYPTUS STUMP

**ABSTRACT:** The knowledge concerned to the horizontal and vertical distribution of organic carbon and organic matter fractions on remaining eucalyptus stumps in the field leads to a better comprehension about the changes that may occur in these features along the cultivation. This work aimed at determining the variation of total organic carbon in soil and organic matter fractions at different horizontal distances from remaining eucalyptus stump, at different ages, in the direction of the stump line. So, soil samples were collected around the eucalyptus's stump from the previous rotation, with 31 and 54 months-aged, and at the distances of 30, 60, 90, 120 and 150 cm, at 0-10, 10-20 e 20-40 cm depth layers. The soil samples were analyzed about: total organic carbon (COT) and carbon concentration on humic substances (SH) and on the light free fraction (FLL). The results indicated variation on organic carbon concentration from several fractions of soil organic matter as long as it hold off from the remaining eucalyptus's stump (CRE) with 31 and 54 months-aged. The C concentrations of the fulvic acids fraction, humic fraction, SH and COT get variable with CRE's age. The major C concentrations of the several soil organic matter fractions on the surface layer reflect the deposition and maintenance of forest residues on the soil surface, mainly after forest harvesting.

Key words: Soil organic matter, humic substances, soil sampling.

### 1 INTRODUÇÃO

O solo é um sistema aberto, com permanente troca de matéria e energia com o meio, e complexo, em virtude de intrincada rede de relações entre os subsistemas que o compõem, representados pelos vegetais, macro e microrganismos e minerais, e concentra resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e os produtos das transformações

desses resíduos. Os vegetais são os principais responsáveis pela adição ao solo de compostos orgânicos primários sintetizados no processo de fotossíntese, que se distribuem de maneira heterogênea sobre o solo, contribuindo para a variação no teor de carbono orgânico do solo.

Outro fator que contribui para a variação nos teores de carbono orgânico do solo é o seu manejo. Sobretudo

<sup>1</sup>Professor do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão – Campus de Chapadinha – 65500-000 – Chapadinha, MA – geraldoerli@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – nfbarrros@ufv.br

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – irsilva@ufv.br

<sup>4</sup>Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – Campus Universitário – 36571-000 – Viçosa, MG – rfnovais@ufv.br

<sup>5</sup>Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro – 70910-900 – Brasília, DF – arturorelli@hotmail.com

aquele que utiliza seu revolvimento antes da implantação de cada cultura, ou a incorporação de corretivos e fertilizantes ocasiona intensa perturbação, o que estimula a ação dos microrganismos decompositores (BAYER et al., 2000). Além da perturbação física, química e biológica do solo, isso contribui para o aquecimento global pela emissão de CO<sub>2</sub>, uma vez que a matéria orgânica do solo (MOS) é o maior reservatório de carbono da superfície terrestre (SMITH, 2004).

Além disso, pode contribuir para a variação nos teores de carbono orgânico do solo a permanência da cepa de eucalipto no campo após as operações de colheita, a qual pode se tornar a entrelinha na próxima rotação, bem como a manutenção dos resíduos florestais no campo que, em virtude das transformações ocorridas (decomposição e/ou mineralização), espera-se que a distribuição horizontal e em profundidade do carbono orgânico e das frações da MOS sejam bastante afetadas ao longo do tempo de cultivo.

A despeito da grande área plantada com eucalipto no Brasil e do rápido crescimento apresentado por essa espécie, pouco se sabe sobre o impacto da manutenção da cepa remanescente de eucalipto nos teores e na distribuição espacial da MOS. Objetivou-se, neste trabalho, determinar a variação espacial dos teores de carbono orgânico total e de algumas frações da MOS a diferentes distâncias horizontais em direção da linha da cepa de eucalipto remanescente.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no município de Aracruz, região litorânea do estado do Espírito Santo (19°48' S e 40°17' W), com altitude média de 50 m e clima do tipo Aw; tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, conforme classificação de Köppen e com temperatura média anual de 23° C.

O estudo contemplou cepas remanescentes de híbrido clonal de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ("urograndis"), material genético '1205', cujos plantios foram estabelecidos no espaçamento de 3 x 3 m, em Argissolo Amarelo distrófico, derivado do Grupo Barreiras (EMBRAPA, 1999).

Em cada talhão, foram estabelecidas cinco parcelas de 900 m<sup>2</sup>, contendo 100 cepas remanescentes de eucalipto (CRE) com 31 e 54 meses de idade, decorridos após o corte do eucalipto. Nas parcelas assim estabelecidas, foram selecionadas aleatoriamente, CRE, a partir da qual se fez a coleta de amostras de solo a diferentes distâncias e profundidades.

Amostras de solo foram obtidas a 30, 60, 90, 120 e 150 cm de distância da cepa, na direção da linha da cepa, em cada parcela. Além disso, coletaram-se amostras do solo que se encontravam em contato com a cepa, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Para as posições mais afastadas da cepa (mais de 30 cm), além dessas duas profundidades, coletaram-se amostras na camada de 20-40 cm de profundidade. Foram coletadas quatro amostras simples na direção da linha (duas de cada lado da cepa), as quais foram reunidas para formar uma amostra composta para cada distância e profundidade de amostragem. As amostras de solo foram obtidas com trado tipo caneca (5,0 cm de diâmetro por 40 cm de altura), em época chuvosa.

As amostras de solo foram secas ao ar, peneiradas (peneira de malha de 2,0 mm), homogeneizadas e caracterizadas quanto à análise textural (Tabela 1), conforme Embrapa (1997) e ao teor de carbono orgânico total (YEOMANS & BREMNER, 1988). A fração leve livre (FLL) da matéria orgânica foi separada por meio da flotação do solo com NaI (1,8 kg L<sup>-1</sup>) (SOHI et al., 2001), sendo que os teores de carbono (C) dessa fração foram determinados por dicromatometria. As substâncias húmicas do solo foram fracionadas com base na sua solubilidade diferencial em meio alcalino e meio ácido, conforme Swift (1996), sendo que desse fracionamento obtiveram-se as frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e huminas (FH). Do somatório de todas essas frações obteve-se o conteúdo de C presente nas substâncias húmicas (SH). A determinação do C em cada fração foi realizada por oxidação via úmida, com aquecimento externo (YEOMANS & BREMNER, 1988).

Além disso, cabe salientar, que na entrelinha das CRE foi efetuado plantio de eucalipto, mediante realização de subsolagem a 40 cm de profundidade, seguida da aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato natural reativo de Arad. Esse insumo foi aplicado no sulco da entrelinha da CRE, aos 31 meses e incorporado com grade leve, a 20 cm de profundidade, na entrelinha da CRE aos 54 meses de idade.

Os dados obtidos para as amostras de solo coletadas a diferentes distâncias da CRE, na direção da linha, foram submetidos à análise de variância admitindo-se o delineamento inteiramente casualizado, em cinco repetições para cada idade da CRE. As fontes de variação foram a idade das CRE, a distância de coleta das amostras de solo em relação à cepa e a profundidade de amostragem do solo.

Foram ajustadas equações de regressão para as distâncias de coleta das amostras de solo, na direção da

**Tabela 1** – Análise textural de amostras de solo das camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, obtidas sob cepas remanescentes de eucalipto com 31 e 54 meses de idade.

**Table 1** – Textural analysis of soil samples at 0-10, 10-20 and 20-40 cm depth layers obtained on remaining eucalyptus stumps with 31 and 54 months-aged.

Profundidade cm	Areia		Silte	Argila	Classe Textural
	Grossa	Fina			
	----- % -----				
	----- 31 meses de idade -----				
0-10	55,0	14,0	6,0	25,0	Franco-Argilo-Arenosa
10-20	50,0	15,0	7,0	28,0	Franco-Argilo-Arenosa
20-40	47,0	16,0	5,0	32,0	Argilo-Arenosa
	-----54 meses de idade -----				
0-10	68,0	14,0	4,0	14,0	Franco-Arenosa
10-20	62,0	16,0	5,0	18,0	Franco-Arenosa
20-40	58,0	15,0	4,0	24,0	Franco-Argilo-Arenosa

linha das CRE aos 31 e 54 meses, em cada profundidade de amostragem e selecionados modelos com base na significância dos coeficientes e no valor do  $R^2$ . Fez-se, ainda, a comparação entre as médias dos teores de COT e de C das frações da matéria orgânica do solo para as diferentes profundidades de amostragem e idade das CRE, por meio do teste de Tukey a 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

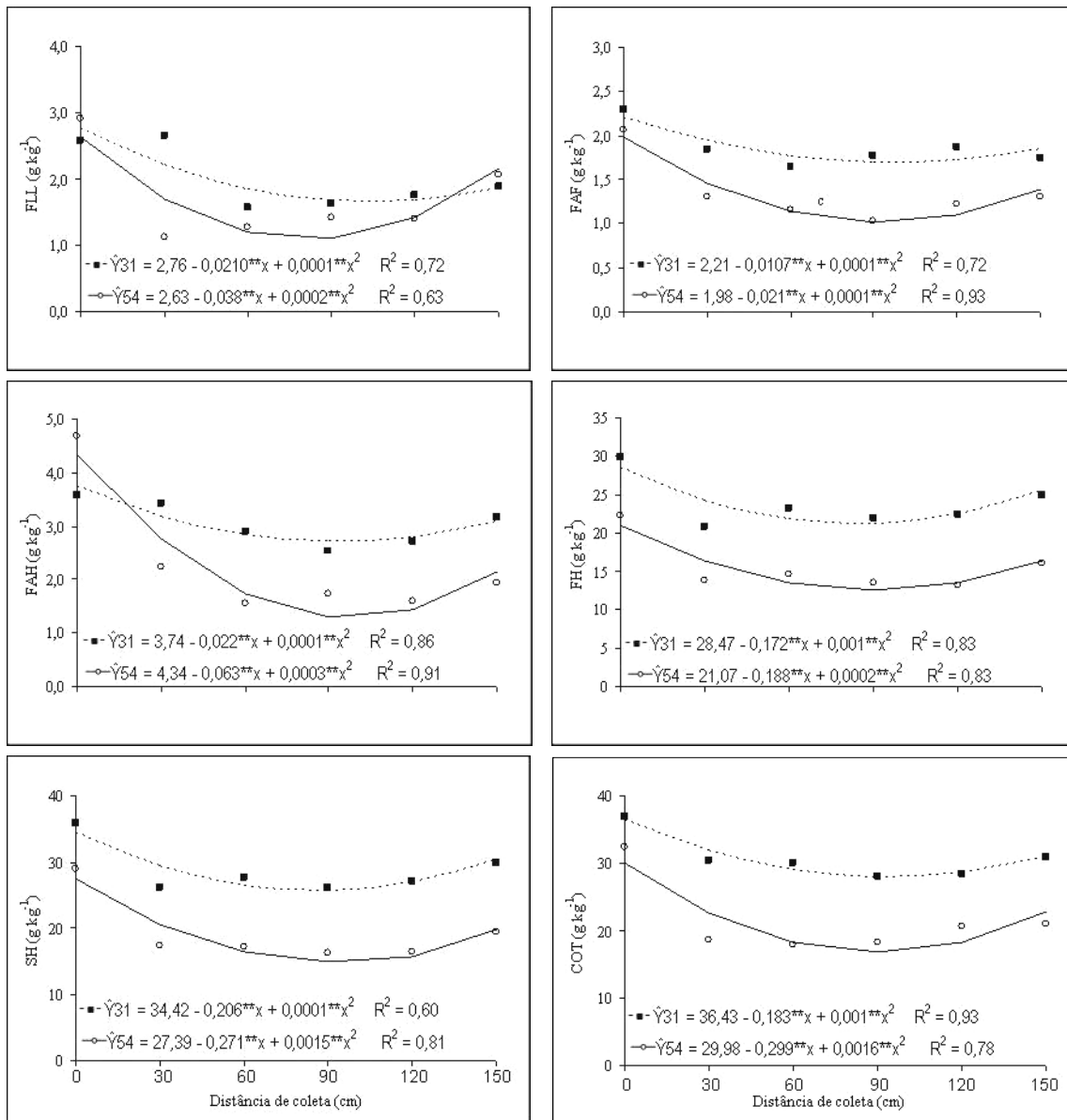
Os teores de carbono (C) das frações leve livre (FLL), ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH), huminas (FH) e das substâncias húmicas (SH) e o carbono orgânico total (COT) obtidos horizontalmente, a partir das cepas remanescentes de eucalipto (CRE), foram maiores mais próximo das CRE com 31 e 54 meses de idade, do que a maiores distâncias, na direção da linha dessas cepas, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade, e, na camada de 20-40 cm, praticamente não houve variação significativa (Figuras 1, 2 e 3).

Verificou-se que os teores de C da FLL decresceram com a distância das CRE aos 31 e 54 meses apenas na camada de 0-10 cm (Figura 1), enquanto que para as FAF, FAH e FH, além dessa camada, houve efeito significativo para a camada de 10-20 cm (Figura 2) e para os teores de C das SH e COT, foram registrados efeitos significativos além das camadas de 0-10 e 10-20 cm, também para aquela na profundidade de 20-40 cm sob as CRE aos 54 meses (Figura 3).

Os maiores teores de C da FLL e das frações húmicas, e ainda, o COT para o ponto de coleta de solo (ponto zero) mais próximo das CRE aos 31 e 54 meses, podem ser decorrentes da decomposição da cepa, bem como pelo maior acúmulo de raízes nessa posição, e dessa forma, o processo de ciclagem de raízes e rizodeposição podem ter contribuído para o aumento nos teores de C dessas frações (SWIFT, 1996). Segundo Monteiro & Gama-Rodrigues (2004), estruturas com maior nível de recalcitrância, como raízes, a atuação microbiana sobre as mesmas é mais lenta, o que contribui para manter o C orgânico no solo mais elevado, mesmo decorridos 31 e 54 meses após o corte do eucalipto.

Comparando os teores de C das frações da MOS e o COT entre os talhões com as CRE com 31 e 54 meses, com base na análise de variância, observou-se que os teores de C da FAF, FH, SH e o COT variaram significativamente ( $P < 0,01$ ) entre as idades das cepas (Tabela 2).

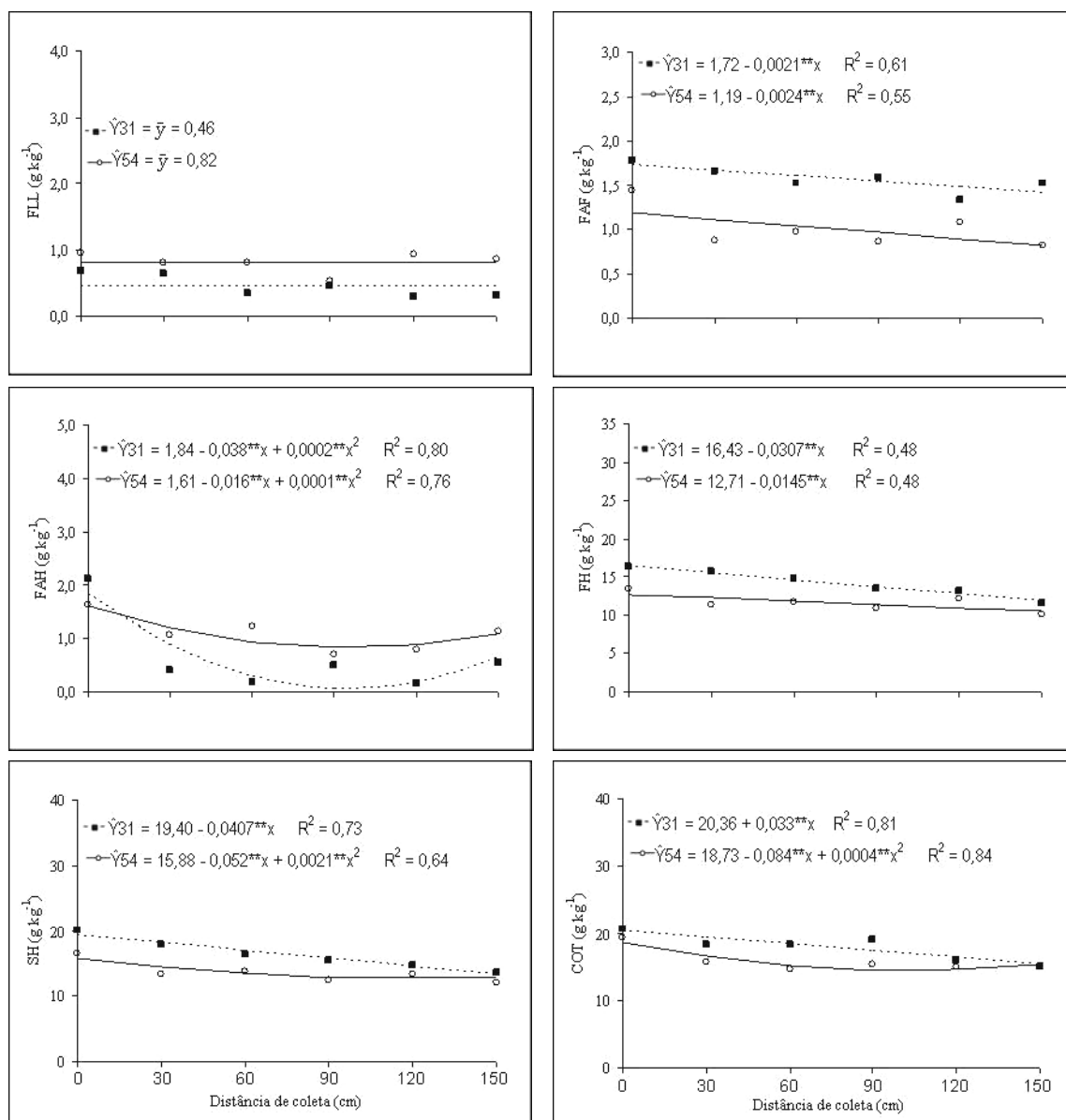
Os maiores teores de C da FAF, FH, SH e COT sob as CRE aos 31 meses, em relação aos obtidos sob as CRE com 54 meses (Tabela 3), podem ser decorrentes do menor revolvimento do solo, sob as CRE com 31 meses. Nesse sentido, cabe salientar que, por ocasião da adubação de pré-plantio do povoamento de eucalipto que foi estabelecido na entrelinha das CRE, aos 31 meses, foi efetuada uma subsolagem a 40 cm de profundidade, seguida da aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> fosfato natural reativo no sulco de plantio, enquanto que na entrelinha das CRE



—■— Cepa aos 31 meses e —○— Cepa aos 54 meses. FLL = fração leve livre; FAF = fração ácidos fúlvicos; FAH = fração ácidos húmicos; FH = fração humina; SH = substâncias húmicas; COT = carbono orgânico total. \*\* significativo a 1 %.

**Figura 1** – Teor de carbono das diferentes frações da matéria orgânica do solo a diferentes distâncias da cepa de eucalipto de rotação anterior, com 31 e 54 meses de idade, coletadas na direção da linha da cepa, na profundidade de 0-10 cm.

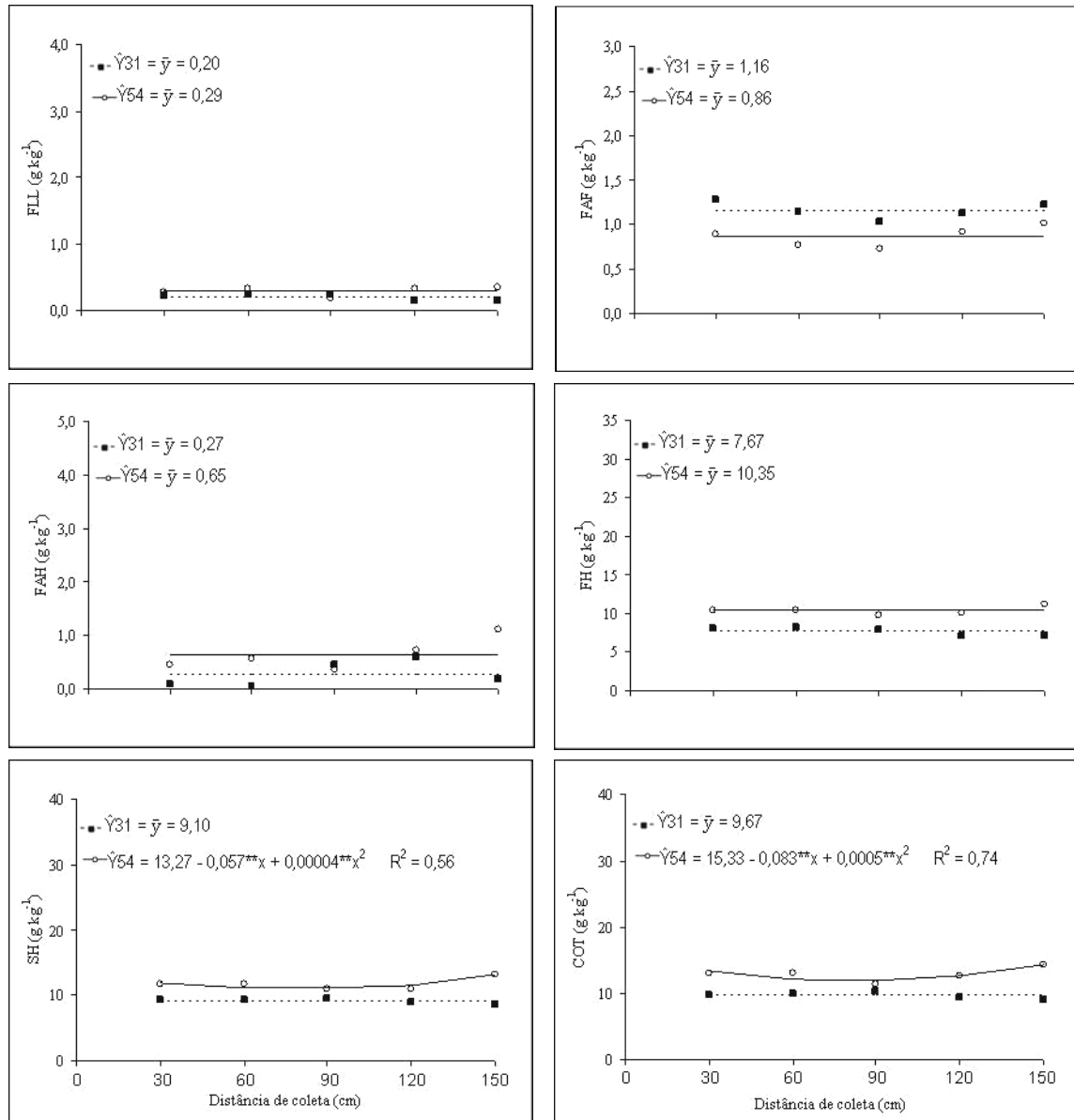
**Figure 1** – Values of carbon of the different fractions of the soil organic matter at different distances from eucalyptus stump of previous rotation, with 31 and 54 months-aged, collected in the direction of the line of the stump, in the depth of 0-10 cm.



—■— Cepa aos 31 meses e —○— Cepa aos 54 meses. FLL = fração leve livre; FAF = fração ácidos fúlvicos; FAH = fração ácidos húmicos; FH = fração húmica; SH = substâncias húmicas; COT = carbono orgânico total. \*\* significativo a 1 %.

**Figura 2**— Teor de carbono das diferentes frações da matéria orgânica do solo a diferentes distâncias da cepa de eucalipto de rotação anterior, com 31 e 54 meses de idade, coletadas na direção da linha da cepa, na profundidade de 10-20 cm.

**Figure 2** – Values of carbon of the different fractions of the soil organic matter at different distances from eucalyptus stump of previous rotation, with 31 and 54 months-aged, collected in the direction of the line of the stump, in the depth of 10-20 cm.



---■--- Cepa aos 31 meses e ---○--- Cepa aos 54 meses. FLL = fração leve livre; FAF = fração ácidos fúlvicos; FAH = fração ácidos húmicos; FH = fração humina; SH = substâncias húmicas; COT = carbono orgânico total. \*\* significativo a 1 %.

**Figura 3** – Teor de carbono das diferentes frações da matéria orgânica do solo a diferentes distâncias da cepa de eucalipto de rotação anterior, com 31 e 54 meses de idade, coletadas na direção da linha da cepa, na profundidade de 20-40 cm.

**Figure 3** – Values of carbon of the different fractions of the soil organic matter at different distances from eucalyptus stump of previous rotation, with 31 and 54 months-aged, collected in the direction of the line of the stump, in the depth of 20-40 cm.

aos 54 meses além da aplicação desse insumo, na mesma profundidade, realizou-se a sua incorporação com grade leve a 20 cm de profundidade, o que possivelmente possibilitou a obtenção de menores teores de C orgânico no solo, sob essas cepas. Isso é suportado por estudos anteriores que demonstraram que, quanto mais intensivo for o preparo do solo, maiores são os decréscimos do C orgânico no solo (FREIXO et al., 2002; PINHEIRO et al., 2004).

Além disso, os maiores teores de areia grossa obtidos sob as camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade sob as CRE aos 54 meses em relação àqueles obtidos sob as CRE aos 31 meses (Tabela 1) podem ter contribuído para a obtenção de menores teores de C da FAF, FH, SH e COT sob as CRE com 54 meses (Tabela 3). De acordo com Zinn et al. (2002), solos de textura mais

grossieira são mais sensíveis às mudanças no C orgânico do solo. Isso ocorre porque, na fração argila, o C orgânico é estabilizado principalmente pela sua íntima associação com os minerais do solo, que o protege contra a degradação biológica (KAISER et al., 2002). Isso faz com que solos com maior teor de argila, conforme verificado sob as CRE aos 31 meses (Tabela 1), geralmente apresentem maior teor de C orgânico.

Quanto à profundidade de coleta das amostras de solo, verificou-se que os teores de C da FLL, FAF, FH, SH e o COT foram substancialmente maiores na camada de 0-10 cm em comparação com as camadas subsuperficiais sob as CRE aos 31 e 54 meses (Tabela 3). Contudo, não se constatou efeito significativo para os teores de C da FLL sob as CRE aos 31 e 54 meses nas camadas de 10-20 e 20-40 cm. Comportamento que também foi verificado para a

**Tabela 2** – Análise de variância de carbono orgânico das diversas frações da matéria orgânica do solo sob as cepas remanescentes de eucalipto aos 31 e 54 meses de idade nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade.

**Table 2** – Variance analysis of organic carbon from several fractions of soil organic matter on remaining eucalyptus stumps with 31 and 54 months-aged at 0-10, 10-20 and 20-40 cm depth layers.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio					
		FLL	FAF	FAH	FH	SH	COT
Idade	1	0,191 <sup>ns</sup>	1,505 <sup>**</sup>	0,066 <sup>ns</sup>	69,937 <sup>**</sup>	87,091 <sup>**</sup>	56,941 <sup>**</sup>

FLL = fração leve livre; FAF = fração ácidos fúlvicos; FAH = fração ácidos húmicos; FH = fração humina; SH = substâncias húmicas; COT = carbono orgânico total. <sup>ns</sup> e <sup>\*\*</sup> = não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

**Tabela 3** – Teste de média dos teores de carbono orgânico das diversas frações da matéria orgânica do solo a diferentes profundidades, sob as cepas remanescentes de eucalipto aos 31 e 54 meses.

**Table 3** – Average test of organic carbon concentration from several fractions of soil organic matter at different depths on remaining eucalyptus's stumps with 31 and 54 months-aged.

Profundidade	FLL	FAF	FAH	FH	SH	COT
cm	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
	----- 31 meses -----					
0-10	2,01 a	1,86 a	3,06 a	23,90 a	28,82 a	30,78 a
10-20	0,46 b	1,57 b	0,65 b	14,13 b	16,35 b	17,89 b
20-40	0,20 b	1,16 c	0,27 b	7,67 c	9,10 c	9,67 c
	----- 54 meses -----					
0-10	1,70 a	1,35 a	2,29 a	15,57 a	19,21 a	21,50 a
10-20	0,81 b	1,01 b	1,09 b	11,62 b	13,72 b	15,83 b
20-40	0,29 b	0,86 b	0,65 c	10,35 b	11,86 c	12,87 c

FLL = fração leve livre; FAF = fração ácidos fúlvicos; FAH = fração ácidos húmicos; FH = fração humina; SH = substâncias húmicas; COT = carbono orgânico total. Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste Tukey a 5%.

FAH sob a CRE aos 31 meses e para as FAF e FH sob a CRE aos 54 meses, respectivamente. Porém, verificou-se que há tendência de decréscimo no teor de C dessas frações em profundidade (Tabela 3).

Os maiores teores de C da FLL, FAF, FAH, FH, SH e COT verificados na camada de 0-10 cm em relação às camadas subsuperficiais da CRE aos 31 e 54 meses (Tabela 3), refletem a deposição e manutenção dos resíduos na superfície do solo, principalmente após a colheita florestal. Além disso, o aporte de C orgânico pelas raízes de eucalipto, pode ter contribuído para os resultados obtidos, conforme verificado em outro estudo (GALE & CAMBARDELLA, 2000).

#### 4 CONCLUSÕES

Os teores de C orgânico das diversas frações da matéria orgânica do solo e o C orgânico total variam substancialmente à medida que se afasta da cepa remanescente de eucalipto, na direção da linha, decorridos 31 e 54 meses após o corte do eucalipto.

Os teores de C orgânico das frações ácidos fúlvicos, fração humina, substâncias húmicas e C orgânico total variam com a idade da cepa remanescente de eucalipto.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 599-607, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F. S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 425-434, 2002.
- GALE, W. J.; CAMBARDELLA, C. A. Carbon dynamics of surface residue- and root-derived organic matter under simulated no till. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 64, p. 190-195, 2000.
- KAISER, K.; EUSTERHUES, K.; RUMPEL, C.; GUGGENBERGER, G.; KNABNER, K. I. Stabilization of organic matter by soil minerals investigations of density and particle-size fractions from two acid forest soils. **Journal Plant Nutrition Soil Science**, v. 165, p. 451-459, 2002.
- MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma florestal natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 819-826, 2004.
- PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento densiométrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 731-737, 2004.
- SMITH, P. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. **European Journal Agronomy**, v. 20, p. 229-236, 2004.
- SOHI, S. P.; MAHIEU, N.; ARAH, J. R. M.; POWLSON, D. S.; MADARI, B.; GAUNT, J. L. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 65, p. 1121-1128, 2001.
- SWIFT, R. S. Method for extraction of IHSS soil fulvic and humic acids. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C. T.; SUMMER, M. E. (Eds.). **Methods of soil analysis: part 3 chemical methods**. Madison: Soil Science Society American Books, 1996. p. 1018-1020.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication Soil Science Plant Analyses**, New York, v. 13, p. 1467-1476, 1988.
- 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 Management**, Amsterdam, v. 166, p. 285-294, 2002.