



Carbono Orgânico em Solos do Cerrado: Efeito da Textura e Plantio de Eucalipto

Yuri Lopes Zinn⁽¹⁾; Dimas V. S. Resck⁽²⁾ & Rattan Lal⁽³⁾

(1) Eng. Florestal, Fundação Capes, Ministério da Educação, Cx. Postal 365, Brasília, DF, CEP 70375-970, ylzinn@hotmail.com; (2) Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Cx Postal 08223, Planaltina, DF, CEP 73310-970, dvsresck@cpac.embrapa.br (apresentador do trabalho); (3) Eng. Agrônomo, The Ohio State University, Carbon Management and Sequestration Center, 2021 Coffey Rd., Columbus OH 43210, EUA, lal.1@osu.edu

RESUMO: O plantio de árvores de crescimento rápido nos trópicos pode proporcionar o seqüestro de grandes quantidades de C da atmosfera, mas seus efeitos sobre os reservatórios e estoques de carbono orgânico do solo (COS) não são ainda muito claros, pois estão sujeitos a outros fatores intrínsecos do solo. Este trabalho teve por objetivo avaliar o teor e estoques de COS em três solos de diferentes texturas no Cerrado, no fim de um período de rebrota de plantações de eucalipto. Foram analisadas as concentrações de COS, estoques, proteção e partição por tamanho dentro dos agregados de dois Latossolos (textura franca e argilosa) e de um solo arenoso, sob plantações de eucalipto no Domínio do Cerrado. Concentrações de COS e estoques foram fortemente afetados pela textura do solo, mas não pelas plantações de eucalipto, embora tenham sido observadas altas relações C/N e uma menor proteção dentro dos agregados, especialmente sob eucalipto em solo de textura arenosa, o que pode ser atribuído, em grande parte, à destruição dos agregados do solo após o preparo com grade pesada. O plantio de eucalipto mostrou-se um uso da terra relativamente conservador do COS, após o segundo ciclo de produção; embora grandes quantidades de C possam ser seqüestradas na biomassa desses plantios, não há indícios que o solo possa seqüestrar C acima dos níveis de solos nativos, pelo menos não com as técnicas silviculturais empregadas neste estudo. Futuros experimentos poderiam avaliar a possibilidade de seqüestro efetivo de C no solo, com o emprego de cultivos pré-plantio menos intensivos e desagregadores da estrutura do solo, especialmente em solos arenosos, mais suscetíveis à desagregação e perda de COS.

Palavras-chave: seqüestro de carbono, grade pesada, manejo florestal

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, inúmeros estudos são feitos sobre mudanças na retenção e dinâmica do carbono orgânico do solo (COS) sob usos agrossilvipastoris. A importância do COS é devida ao seu forte efeito

em propriedades físicas e químicas do solo, especialmente em solos tropicais altamente intemperizados, onde responde por grande parte da capacidade de troca catiônica (CTC) e conseqüente fertilidade do solo (Silva et al., 1994). Mais recentemente, redobrou-se o interesse sobre o COS devido ao fato deste ser um grande reservatório global de C que, de acordo com seu manejo, pode se tornar fonte ou sumidouro de CO₂ atmosférico, com significativo impacto sobre o processo de aquecimento global antropogênico (Lal, 2001).

O reflorestamento com espécies de rápido crescimento afeta o COS de acordo com o clima, vegetação original, relevo, tipo e textura de solo, sistemas de preparo do solo e manejo florestal. Na região do Cerrado, Zinn et al. (2002) investigaram o efeito da primeira rotação de plantio de *Eucalyptus camaldulensis*, 7 anos após remoção do Cerrado nativo, no COS de dois diferentes solos (arenoso e textura média). Houve decréscimo significativo no teor de COS na camada de 0-5 cm, em especial no solo arenoso, perdas estas atribuídas ao preparo do solo com grade pesada e ao baixo aporte de matéria orgânica nos primeiros anos de plantio. Tais conclusões foram reforçadas por Paul et al. (2002), que a partir de meta-análise mundial sobre solos sob reflorestamento, inferiram ainda que com maior idade dos povoamentos tais perdas de COS se reverteriam em ganhos. Considerando a grande produção de biomassa em plantios de eucalipto no trópico úmido, parece haver um potencial para seqüestro de COS com a adoção de sistemas de preparo do solo menos intensivos e freqüências de rotações mais baixas. Este trabalho teve por objetivo avaliar o teor e estoques de COS em três solos de diferentes texturas no Cerrado, no fim de um período de rebrota de plantações de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas amostradas localizam-se em João Pinheiro, MG (solos arenoso e de textura média) e Unaí (solo argiloso). A altitude média varia entre 580 m (J. Pinheiro) e 554 m (Unaí), sob temperatura e precipitação média anuais similares de 22,5°C e



1440 mm. Para dar seguimento ao estudo de Zinn et al. (2002), amostraram-se talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e Cerrado nativo próximos e similares aos descritos por esses autores. Os talhões de eucalipto (500 m x 500 m) foram plantados em espaçamento 3 m x 2 m em 1989, após remoção da vegetação nativa e gradagem pesada. Faixas de Cerrado nativo (500 m x 25 m) intercaladas entre os talhões permitem uma distância entre controle (Cerrado) e tratamento (eucalipto) <50 m em cada caso. Em 1997, logo após a amostragem de Zinn et al. (2002), o eucalipto sofreu corte raso, sendo conduzida a rebrota dos talhões até agosto de 2003, quando foi feita a amostragem para este estudo, imediatamente seguida por corte raso final. Os talhões em Unai, não amostrados em 1997, têm o mesmo histórico, idade e tratamento silvicultural daqueles de J. Pinheiro.

Em cada tipo de solo, as amostragens foram conduzidas ao longo de um transecto diagonal entre quatro talhões vizinhos, resultando em uma distância de cerca de 700 m entre cada repetição. Amostras indeformadas (cilindros de 100 cm³) e deformadas (compostas por 5 subamostras) de solo foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 50-60 e 90-100 cm. A serapilheira foi coletada em duas subamostras por repetição, seca a 60°C e pesada. O delineamento experimental consistiu de um fatorial, em que o fator principal foi tipo de solo em três níveis, e o fator secundário vegetação em dois níveis, com três repetições. As amostras de solo foram submetidas a análises de densidade global, pH e textura, conforme Embrapa (1997). Para a camada de 0-5 cm, onde efeitos do manejo do solo são mais prováveis, efetuaram-se as seguintes análises: 1) partição do COS nas frações areia, silte e argila, após dispersão em NaOH 0,1 N (Zinn et al., 2007a); 2) determinação da distribuição de agregados estáveis em água (AEA) e da relativa proteção de matéria orgânica particulada (MOP, de tamanho >20 µm) dentro dos AEA, conforme Zinn et al. (2007b). O C e N totais em todas as amostras foram determinados por combustão seca em aparelho Variomax CN analyzer.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ANOVA não detectou efeito do plantio de eucalipto nas principais propriedades testadas para nenhuma profundidade, à exceção da razão C/N a 0-5 cm, e por isso a Tabela 1 mostra somente esta camada. O efeito não-significativo do eucalipto nos teores de COS e N indica que as perdas registradas após o primeiro corte foram totalmente recuperadas após condução da rebrota por mais sete anos. Isto corrobora com a literatura internacional no que se

refere ao efeito positivo de ciclos de produção mais longos no seqüestro ou manutenção de níveis de COS sob florestas de rápido crescimento. Contudo, o aumento significativo da razão C/N sob eucalipto aponta para uma mudança qualitativa no COS, conforme discutido a seguir.

A Tabela 2 mostra que a partição de COS total pelas frações texturais mudou significativamente somente no solo arenoso, havendo perda na fração argila (COS humificado, atuante na CTC) e ganho na fração areia. Isto pode ser considerado um efeito negativo do plantio do eucalipto em solos arenosos, confirmando a relativa fragilidade destes, pois os ganhos posteriores na fração areia não se refletem em recuperação da CTC eventualmente perdida. Para os dois solos de textura mais fina, a partição do COS manteve-se estritamente inalterada. A Tabela 2 mostra ainda o principal efeito do plantio de eucalipto estudado, a desagregação do solo superficial, evidenciada pelo menor diâmetro médio ponderado (DMP) dos AEA, em praticamente todos os solos amostrados. Essa desagregação é devida principalmente à quebra preferencial dos grandes macroagregados, i.e., AEA > 2 mm (Tabela 2), que deve ter ocorrido quando do preparo do solo com grade pesada antes do plantio. Em consequência dessa desagregação, verificou-se também que em todos os solos, houve diminuição da MOP oclusa, i.e., o COS parcialmente protegido dentro dos agregados. Embora a MOP oclusa tenha sido estimada de maneira análoga ao DMP, ou seja, considerando-se todas as classes de tamanho de agregados (Zinn et al., 2007b), as perdas de COS ocorreram principalmente devido à quebra dos macroagregados, conforme discussão anterior.

Finalmente, a Tabela 3 mostra os estoques de COS em três profundidades-chave do solo, a superficial (0-20 cm), a máxima atingida por práticas mecânicas (0-40 cm) e a comumente considerada em estudos de C no ambiente (0 a 1 m). Nota-se o efeito pronunciado da textura do solo nos estoques de COS, inalterados após 14 anos de plantio de eucalipto, confirmando mais uma vez a recuperação das perdas registradas após 7 anos de plantio (Zinn et al., 2002). Os estoques de serapilheira também se mantiveram inalterados, apenas aumentando no solo argiloso sob eucalipto.

CONCLUSÕES

- 1) O plantio de eucalipto mostrou-se um uso da terra relativamente conservador do COS, após o segundo ciclo de produção;
- 2) Embora grandes quantidades de C possam ser seqüestradas na biomassa desses plantios, não há indícios que o solo possa seqüestrar C acima dos



níveis de solos nativos, pelo menos não com as técnicas silviculturais empregadas neste estudo;

3) Futuros experimentos poderiam avaliar a possibilidade de seqüestro efetivo de C no solo, com o emprego de cultivos pré-plantio menos intensivos e desagregadores da estrutura do solo, especialmente em solos arenosos, mais suscetíveis à desagregação e perda de COS por oxidação biológica.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2 Ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p
- LAL, R. The potential of soil carbon sequestration in forest ecosystems to mitigate the greenhouse effect. In: Soil carbon sequestration and the greenhouse effect. Madison, Soil Science Society of America special publication n. 57, 2001. p. 137-154.
- PAUL, K.I.; POLGLASE, P.J.; NYAKUENGAMA, J.G.; KHANNA, P.K. Change in soil carbon following afforestation. *Forest Ecology and Management*, 168:241-257, 2002.
- 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*, 18: 541-547, 1994.
- 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*, 166: 285-294, 2002.
- ZINN, Y.L.; LAL, R.; BIGHAM, J.M.; RESCK, D.V.S. Edaphic controls on soil organic carbon retention in the Brazilian Cerrado: texture and mineralogy. *Soil Science Society of America Journal*, 71(4):1204-1214, 2007a.
- ZINN, Y.L.; LAL, R.; BIGHAM, J.M.; RESCK, D.V.S. Edaphic controls on soil organic carbon retention in the Brazilian Cerrado: soil structure. *Soil Science Society of America Journal*, 71(4):1215-1224, 2007b.



Tabela 1. Médias de alguns atributos do solo a 0-5 cm.

	COS	N	C/N	pH	Argila	Areia	Dens. Global
Solo, vegetação	g kg ⁻¹				g kg ⁻¹		g cm ⁻³
Arenoso, Cerrado	13,7	1,01	13,4c	4,55	110	890	1,15
Arenoso, Eucalipto	17,1	0,98	17,4a	4,63	127	873	1,14
T. média, Cerrado	20,3	1,51	13,4c	4,59	297	690	1,03
T. média, Eucalipto	19,6	1,27	15,4b	4,60	317	667	1,07
Argiloso, Cerrado	24,6	1,69	14,5b	5,27	407	380	1,09
Argiloso, Eucalipto	24,1	1,47	16,5a	5,45	447	350	1,03
Fonte de variância							
Solo	***	***	**	***	***	***	n.s.
Vegetação	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Solo*vegetação	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* significativo para P<0,05; ** P<0,01; *** para P<0,001; n.s. não-significativo. Médias seguidas pela mesma letra não atingiram a Diferença Mínima Significativa (DMS).

Tabela 2. Camada de 0-5 cm: partição do COS em frações de tamanho, DMP e % AEA> 2mm, e proteção relativa do COS pela agregação.

	Areia	Silte	Argila	DMP	AEA >2mm	MOP livre	MOP oclusa
	% do COS total			mm	%	% do COS total	
Arenoso, Cerrado	40,3b	11,1	48,6b	1,37c	14,9d	31,4b	8,9a
Arenoso, Eucalipto	56,0a	7,3	36,7c	1,11c	8,8d	50,9a	5,1b
T. média, Cerrado	25,2c	11,7	63,1a	2,23b	34,7ab	17,0c	8,1a
T. média, Eucalipto	26,2c	8,0	65,9a	1,50c	19,5cd	20,6c	5,6b
Argiloso, Cerrado	25,4c	12,8	61,8a	3,07a	45,0a	16,1c	9,3a
Argiloso, Eucalipto	27,6c	10,8	61,6a	2,38b	29,3bc	22,0c	5,6b
Fonte de variância							
Solo	***	n.s.	***	***	***	***	n.s.
Vegetação	*	*	n.s.	***	**	**	***
Solo*vegetação	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

* significativo para P<0,05; ** P<0,01; *** para P<0,001; n.s. não-significativo. Médias seguidas pela mesma letra não atingiram a DMS.

Tabela 3. Estoques de COS em diferentes profundidades e de serapilheira na superfície do solo.

	COS 0-20 cm	COS 0-40 cm	COS 0-1 m	Serapilheira
Solo, vegetação	Mg ha ⁻¹			
Arenoso, Cerrado	22,2b	35,9bc	62,0bc	4,1b
Arenoso, Eucalipto	21,8b	34,0c	59,3c	6,8ab
T. média, Cerrado	29,5a	46,5ab	78,3ab	3,7b
T. média, Eucalipto	27,7ab	43,4bc	72,7bc	5,5ab
Argiloso, Cerrado	32,9a	57,8a	95,1a	4,8b
Argiloso, Eucalipto	31,6a	56,6a	93,2a	9,6a
Fonte de variância				
Solo	**	***	***	n.s.
Vegetação	n.s.	n.s.	n.s.	*
Solo*vegetação	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* significativo para P<0,05; ** P<0,01; *** para P<0,001; n.s. não-significativo. Médias seguidas pela mesma letra não atingiram a DMS.