



## Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de preparo de área tradicional e alternativo na Amazônia Oriental <sup>(1)</sup>.

**Saime Joaquina Souza de Carvalho Rodrigues <sup>(2)</sup>; Steel Silva Vasconcelos <sup>(3)</sup>; Livia Gabrig Turbay Rangel-Vasconcelos <sup>(4)</sup>; Osvaldo Ryohei Kato <sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos dos projetos Manejo da capoeira na agricultura da Amazônia sem o uso do fogo e Estoque de carbono e emissão de gases de efeito estufa em sistemas agroflorestais na Amazônia oriental, financiados por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (02.09.01.018.00.00) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (474794/2010-5), respectivamente.

<sup>(2)</sup> Estudante de doutorado; Bolsista CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Belém, PA; E-mail: saimecrodrigues@gmail.com; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Amazônia Oriental; Belém, PA; E-mail: steel.vasconcelos@embrapa.br, osvaldo.kato@embrapa.br; <sup>(4)</sup> Estudante de pós-doutorado; Bolsista CAPES; UFRA; Belém, PA; liviaturbay@gmail.com.

**RESUMO:** O manejo do solo afeta a dinâmica das frações granulométricas da matéria orgânica do solo. Objetivou-se com este estudo avaliar o estoque de carbono e nas frações granulométricas da material orgânica do solo (MOS) em áreas submetidas a preparo de área com corte-queima e corte-trituração da vegetação. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Escola de Igarapé-Açú (PA). Avaliaram-se os seguintes sistemas: (1) sistema com preparo de área com trituração da vegetação e enriquecimento de capoeira durante o pousio com leguminosas arbóreas; (2) sistema com preparo de área com queima da vegetação e (3) floresta sucessional com mais de 20 anos. As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-5, com dez amostras compostas (cinco simples) por sistema. Houve perdas significativas de C estocado no solo e nas frações granulométricas. O manejo de preparo de área afetou a dinâmica do carbono no solo e nas frações da matéria orgânica. O sistema com corte-trituração e enriquecimento de pousio com leguminosas arbóreas estocou mais carbono no solo e nas frações granulométricas em relação ao sistema com queima.

**Termos de indexação:** manejo do solo, derruba e queima, pousio

### INTRODUÇÃO

A agricultura de derruba e queima tradicionalmente adotada na Amazônia por agricultores familiares resulta em perdas de matéria orgânica do solo (MOS) (Davidson et al., 2008), além de contribuir para problemas ambientais como emissões de gases do efeito estufa (Swift, 2001). Como alternativa ao sistema de derruba o sistema alternativo de corte e trituração mecanizada para o preparo de área vem sendo adotado por agricultores familiares do nordeste paraense, associado a introdução de espécies leguminosas durante o período de pousio (Kato et al., 1999). Essas técnicas de manejo podem promover a

melhoria da qualidade do solo e garantir a sustentabilidade de sistemas agrícolas (Mulumba & Lal, 2008; Aragão et al., 2012; Rangel-Vasconcelos et al., 2012).

O estudo do carbono contido em diferentes frações da matéria orgânica do solo pode ser utilizado como um importante indicador de qualidade dos sistemas agrícolas (Reeves, 1997). Frações granulométricas da MOS vem sendo utilizadas na avaliação da dinâmica do carbono do solo devido geralmente à alta sensibilidade dessas frações em relação ao manejo do solo (Roscoe & Machado, 2002).

Neste estudo avaliamos o estoque de carbono no solo e nas frações granulométricas da MOS em áreas submetidas a preparo de área com corte-queima e corte-trituração da vegetação.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Igarapé-Açú (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia, com coordenadas geográficas de 1° 07' 15,5" S e 47° 36' 12,7" W, no município de Igarapé-Açú, região Nordeste do Pará, na Amazônia Oriental. Os solos da região são classificados como Latossolo Amarelo distrófico com texturas arenosa a média.

Foram avaliados dois sistemas de uso do solo, cada um em áreas contínuas de 2 ha: (a) corte e trituração da vegetação (CT), no preparo de área, seguido pelo plantio de culturas alimentares (*Zea mays*, *Manihot esculenta* e *Vigna unguiculata*), com plantio de espécies arbóreas para enriquecimento de pousio (*Inga edulis* Mart, *Racosperma mangium* Willd. e *Sclerolobium paniculatum* Vogel); (b) corte e queima da vegetação (CQ), no preparo de área, seguido pelo plantio de culturas alimentares, descritas anteriormente, sem enriquecimento de pousio. Esses sistemas de uso do solo foram comparados com um fragmento da floresta sucessional remanescente de 20 anos (FS). O histórico da área, bem como, os períodos de cultivo,



pousio, preparo de área e biomassa produzida em cada período nos sistemas CT e CQ são descritos na **Figura 1**.

O fracionamento físico granulométrico foi realizado segundo método descrito por Cambardella & Elliott (1993), adaptado por Lima et al. (2008), usando-se peneiramento das amostras para separação das frações e utilização da solução de hexametáfosfato de sódio (0,5 M) para obtenção da fração matéria orgânica particulada (MOP) e fração associada a silte e argila (S+A).

O estoque de carbono do solo e das frações foi estimado pelo método da massa de solo equivalente (Ellert & Bettany, 1995), usando-se a massa de solo da floresta sucessional como referência.

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) no programa SigmaPlot 11.0, para testar o efeito dos tratamentos no estoque de carbono e nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica, em cada ano e entre os anos de coleta. Quando necessário, os dados foram transformados ( $\log_{10}$ ) para atender aos requisitos de normalidade da distribuição e homogeneidade das variâncias. Os resultados, no entanto, foram apresentados com média e erro-padrão originais. Para comparação das médias, aplicou-se o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estoque de carbono orgânico total do solo (COT) sofreu efeito da interação entre sistema de preparo de área e ano de coleta (**Tabela 1**). Todos os sistemas avaliados apresentaram diminuição no estoque de carbono no solo entre as coletas (**Figura 2A**), sendo: CQ ( $6,15 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) > FS ( $5,54 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) > CT ( $4,87 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). O sistema CQ, mesmo em período de regeneração da vegetação em Jan/2010 e Jan/2011 (**Figura 1**), apresentou maiores reduções no estoque de C no solo. Durante o período de regeneração, podem ocorrer perdas de C devido à oxidação da MOS, ocasionada por processos de decomposição microbiana (Fearnside, 2002). No Brasil, outros estudos evidenciaram que o manejo da queima tem efeito negativo no estoque e seqüestro de C no solo (Luca et al., 2008; Pinheiro et al., 2010).

Em Jan/2011 o sistema CQ não diferiu do sistema FS em relação a estoque de C total e  $C_{MOP}$ ; este resultado pode estar relacionado ao manejo de pousio espontâneo a mais de dois anos (**Figura 1**). No entanto, após a queima realizada em Nov/2011 o estoque de C no solo e nas frações granulométricas foi menor neste sistema em relação ao CT e FS (**Figura 2 A, B e C**). Após o pousio espontâneo com o manejo de derruba e queima os estoques de MOS geralmente diminuem em 60–90% em relação aos

níveis iniciais (Szott & Palm, 1996) e, conseqüentemente, os estoques de C no solo.

O sistema CT apresentou menores reduções no estoque de C no solo entre os anos (Jan/2010 a Fev/2012). Houve também maior estoque de C neste sistema em todos os anos de coleta (Jan/2010, Jan/2011 e Fev/2012) em relação ao sistema CQ (**Figura 2A**). O acúmulo de biomassa durante o período de pousio, de novembro de 2007 a janeiro de 2010 (**Figura 1**), provavelmente contribuiu para promover a manutenção da qualidade do solo e reduzir perdas de C.

**Tabela 1.** Valores do teste estatístico (F) e do nível descritivo (P) das fontes de variação analisadas.

Variáveis	Sistemas		Ano de coleta		Sistemas x Ano de coleta	
	F	P	F	P	F	P
<b>COT</b>	52,76	<0,001	48,39	<0,001	2,54	0,04
<b>C<sub>MOP</sub></b>	8,41	<0,001	5,86	0,004	6,91	<0,001
<b>C<sub>S+A</sub></b>	22,74	<0,001	26,25	<0,001	0,90	0,466

COT: estoque de carbono orgânico total no solo;  $C_{MOP}$ : estoque de carbono na fração da matéria orgânica particulada; e  $C_{S+A}$ : estoque de carbono na fração da matéria orgânica associada à silte e argila.

A floresta sucessional não apresentou aumento no estoque de C durante o período avaliado, o que pode ser atribuído ao curto período de regeneração deste sistema (20 anos) (**Figura 1A**). O processo de armazenamento e estabilização de C em florestas sucessionais, após diversos períodos de cultivo, pode ocorrer em longo prazo (Paul et al., 2008).

O estoque de carbono da fração matéria orgânica particulada ( $C_{MOP}$ ) sofreu efeito da interação entre sistema de preparo de área e ano de coleta (**Tabela 1**). O sistema CT apresentou aumento no estoque de  $C_{MOP}$  entre Jan/2010 e Fev/2012 (**Figura 2B**), provavelmente pela adição de resíduos vegetais após dois manejos de trituração da vegetação com enriquecimento de leguminosas arbóreas e três ciclos de cultivo com deposição dos resíduos das culturas (**Figura 1**). Sistemas de uso do solo que propiciem a adição de resíduos vegetais na superfície do solo influenciam na manutenção dos valores de  $C_{MOP}$  (Loss et al., 2009; Loss et al., 2012).

O C associado à fração da MOP tende a apresentar dinâmica mais rápida que aquele associado às frações silte e argila em solos de regiões tropicais (Feller & Beare, 1997). No entanto, neste estudo o estoque de carbono da fração associada à fração silte e argila ( $C_{S+A}$ ) sofreu maiores transformações que o  $C_{MOP}$ . Em todos os



sistemas houve diminuição do estoque de  $C_{S+A}$  (**Figura 2C**), sendo: CT ( $1,20 \text{ Mg } C_{S+A} \text{ ha}^{-1}$ ) > CQ ( $1,09 \text{ Mg } C \text{ ha}^{-1}$ ) > FS ( $0,58 \text{ Mg } C \text{ ha}^{-1}$ ). Essas transformações podem estar associadas às diferenças das práticas de manejo utilizadas, tendo os solos manejados maiores perdas de C nesta fração. Loss et al. (2009), avaliando frações granulométricas em sistemas de produção orgânica em solos com textura franco arenosa, também encontraram transformações a curto prazo na fração do C associada a fração silte e argila. A composição química desta fração em solos sob cultivo intensivo pode ocasionar transformações significativas em curto prazo (Christensen, 2000; Roscoe & Machado, 2002).

### CONCLUSÕES

- O estoque de carbono no solo e nas frações granulométricas da MOS são afetados pelo preparo de área com corte-queima e corte-trituração da vegetação;
- O sistema de preparo de área com corte e trituração da vegetação é uma alternativa viável para conservação de carbono no solo e nas frações granulométricas da matéria orgânica.
- A fração  $C_{S+A}$  foi mais sensível que  $C_{MOP}$  ao preparo de área em curto período.

### AGRADECIMENTOS

À Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio logístico e financeiro; Ao Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) / PRODEMA, pelo apoio financeiro na forma de bolsa de mestrado (Saime J. S. de C. Rodrigues).

### REFERÊNCIAS

ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS, M. T. P.; MOURÃO JÚNIOR M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense, 42: 11-18, 2012.

CAMBARDELLA, C. A. & ELLIOTT, E. T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal, 57: 1071-1076, 1993.

CHRISTENSEN, B. T. Organic matter in soil: structure, function and turnover. Tjele: DIAS, 2000. 95 p.

DAVIDSON, E. A.; SÁ, T. D. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEREDO, R. O.; KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; ISHIDA, F. Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. Global Change Biology, 14: 998-1007, 2008.

ELLERT, B.H. & BETTANY, J.R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting

management regimes. Canadian Journal of Soil Science, Canadá, 75: 529-538, 1995.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. Estudos Avançados, 16: 97-123, 2002.

FELLER, C. & BEARE, M. H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. Geoderma, 79: 69-116, 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. Revista Brasileira de Ciência Solo, 32: 1053-1063, 2008.

LUCA, E. F.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoque de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavia. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32: 789-800, 2008.

KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. Field Crops Research, 62: 225-237, 1999.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. Ciência Rural, 39: 1077-1082, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; COUTINHO, F. S.; ANJOS, L. H. C. Particulate organic matter in soil under different management systems in the Brazilian Cerrado. Soil Research, 50: 685-693, 2012.

MULUMBA, L. N. & LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. Soil & Tillage Research, 98: 106-111, 2008.

PAUL, S.; VELDKAMP, E.; FLESSA, H. Soil organic carbon in density fractions of tropical soils under forest – pasture – secondary forest land use changes. European Journal of Soil Science, 59: 359-371, 2008.

PINHEIRO, E. F. M.; LIMA, E.; CEDDIA, M. B.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Impact of pre-harvest burning versus trash conservation on soil carbon and nitrogen stocks on a sugarcane plantation in the Brazilian Atlantic forest region. Plant and Soil, 333: 71-80, 2010.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47: 1142-1149, 2012.

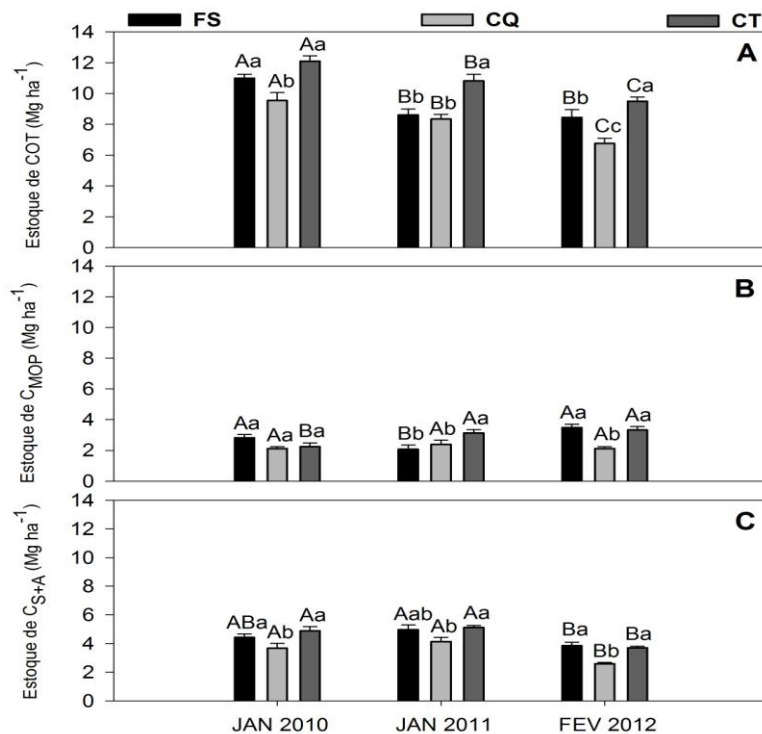
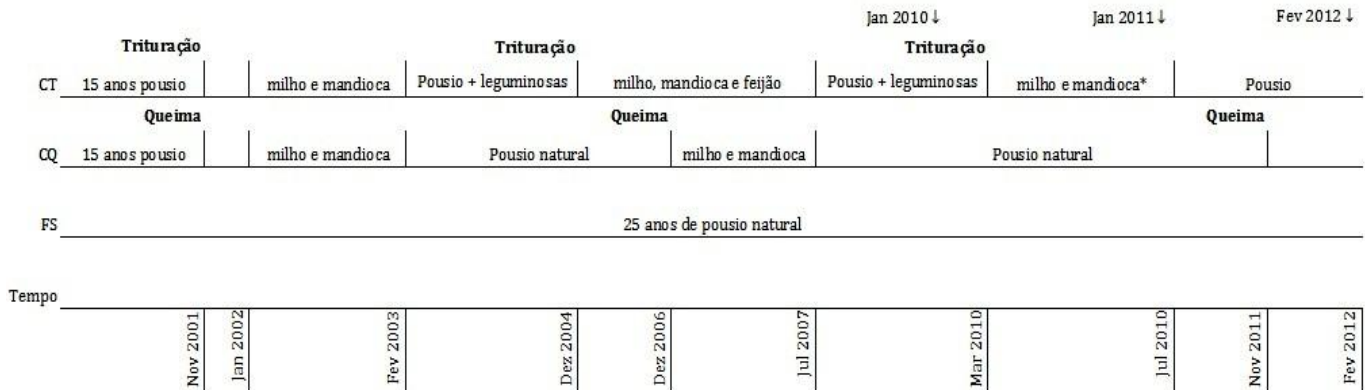
REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 43:131-167, 1997.

ROSCOE, R. & MACHADO, P. L. O. A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.86p.

SWIFT, R.S. Sequestration of carbon by soil. *Soil Science*, 166: 858-871, 2001.

SZOTT, L. & PALM, C. Nutrient stocks in managed and natural humid tropical fallows. *Plant and Soil*, 186: 293-309, 1996.

**Figura 1:** Linha do tempo com histórico dos sistemas e ano de coleta das amostras. CT: preparo de área com corte-trituração; CQ: preparo de área com corte- queima; FS: floresta sucessional de 20 anos.



**Figura 2:** Estoque de carbono orgânico total (COT) (A), estoque de carbono na fração matéria orgânica particulada (C<sub>MOP</sub>) (B) e estoque de carbono na fração matéria orgânica associada a silte e argila (C<sub>S+A</sub>) (C) em sistemas com preparo de área com queima e trituração da vegetação em Igarapé-Açú, PA. Os dados são a média ± erro padrão (n = 10). Letras iguais indicam ausência de diferença significativa entre anos de coleta em cada sistema (letras maiúsculas) e entre sistemas em cada ano de coleta (letra minúscula), pelo teste Tukey a 5%.