

Estoque de Carbono no Solo e Agregados Sob Diferentes Usos na Região Sul do Amazonas¹

Bruno Campos Mantovanelli²; Milton César Costa Campos³; Luís Antonio Coutrim dos Santos⁴; Douglas Marcelo Pinheiro da Silva⁵; Marcelo Dayron Rodrigues Soares⁶.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM e UFAM; ⁽²⁾ Acadêmico em Agronomia do IEAA/UFAM-AM, e-mail: brunomantovanelli21@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto II do IEAA/UFAM-AM; ⁽⁴⁾ Eng. Agrônomo mestrando em Ciência do Solo pela UFRPE- Recife; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo Mestrando em Agronomia Tropical, UFAM– Manaus; ⁽⁶⁾ Eng. Ambiental mestrando pelo Programa de Ciência Tecnologia e inovação para Amazônia – UFAC - Rio Branco.

RESUMO: Os sistemas de uso e manejo dos solos são fatores que podem influenciar no estoque de carbono e na estabilidade dos agregados. O trabalho tem como objetivo avaliar o estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Cambissolo Háplico Alítico plíntico, sob diferentes usos e manejos. O estudo foi realizado em cinco propriedades, localizadas na região sul do Estado do Amazonas. Foram selecionadas cinco áreas com diferentes sistemas de usos tradicionais nesta região da Amazônia, foi estabelecido malhas de 50 m x 50 m, com espaçamento regular de 10 metros, perfazendo um total de 36 pontos amostrais em cada malha na profundidade de 0-0,10m. Foram determinadas a densidade do solo, estabilidade de agregado, carbono orgânico total e estoque de carbono. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Nota-se que os maiores valores de estoque de carbono foram observados nas áreas sob cana-de-açúcar e pastagem, seguidos pelas áreas sob mandioca, agrofloresta e floresta nativa. Os estoques de Carbono e estabilidade de agregados foram alterados significativamente pelos sistemas de manejo.

Termos de indexação: agroecossistemas, ambiente amazônico, manejo do solo,

INTRODUÇÃO

A conversão dos ecossistemas naturais em ambientes de cultivo vem alterando a dinâmica de carbono no solo, essas modificações frequentemente, provocam o declínio no teor de carbono (C) orgânico do solo, em função da redução do aporte, perdas por erosão e por decomposição da matéria orgânica (Hickmann & Costa, 2012). Por outro lado, o manejo e tipo de agroecossistema utilizado podem minimizar o aporte de C orgânico do solo, pois há baixa produção primária de C em subsuperfície e a maior remoção da produção de C da superfície pelas atividades de colheita, queima ou até pela alimentação animal (Lavelle et al., 1994).

Os mecanismos de formação dos agregados do solo são influenciados pelos teores e formas do C orgânico do solo que irá permitir maior ou menor agregação do solo (Castro Filho & Logan, 1991). Em contrapartida o estado de agregação do solo interfere no comportamento de outras variáveis, tais como aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água (Heid et al., 2009). Portanto entender as relações entre o estoque de C e estado de agregação do solo são fundamentais para se manejar adequadamente um agroecossistema e assim intervir previamente no meio de cultivo evitando impactos negativos ao ambiente (Chaves & Farias, 2008).

Na região amazônica alguns trabalhos preocuparam-se em avaliar as transformações floresta nativa em áreas cultivadas, segundo Salimon et al. (2007), a introdução de pastagem provoca decréscimo nos estoques de C no solo na implantação, e tendem a aumentar nos anos seguintes, podendo atingir valores próximos ou superiores aos existentes antes da conversão.

Por outro lado, se o agroecossistema for para fins agrícolas propriamente, é necessário considerar alguns aspectos, tais como espécie a ser cultivada, pois o tipo de sistema radicular, arquitetura da copa, aporte de resíduos vegetais e ciclo da planta, assim como aspectos ligados ao manejo, como, por exemplo, se é plantio convencional, plantio direto, rotação de culturas e cultivo mínimo interferem nos conteúdos de carbono orgânico (Zinn et al., 2005). Alguns trabalhos têm constatado decréscimo no conteúdo de matéria orgânica do solo com o tempo de conversão floresta-agricultura conforme destacam D'Andréa et al. (2004).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o estoque de carbono no solo e agregados de um Cambissolo Háplico Alítico plíntico sob diferentes usos na região Sul do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cinco propriedades rurais, localizadas na região de Humaitá e Manicoré,

Sul do Estado do Amazonas situada sob coordenadas geográficas: 7°30'24" S e 63°04'56" W, com altitude média de 59 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso, apresentando um período seco de pequena duração (Am), temperaturas variando entre 25 e 27 °C e precipitação média anual de 2.500 mm. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Alítico plúntico, A moderado, textura média (CXalf) (Campos, 2009).

Foram selecionadas cinco áreas com diferentes sistemas de usos tradicionais nesta região da Amazônia: a) Agrofloresta: área com uso agroflorestal, com aproximadamente 17 anos cultivada com espécies frutíferas amazônicas (cupuaçu, cacau, açaí, bacaba, manga e etc.); b) Pastagem: área sob uso de pastagem com 10 anos de uso contínuo; c) Cana-de-açúcar: área cultivada com cana-de-açúcar há mais de 8 anos, com colheita manual sem queima; d) Mandioca: área cultivada há 15 anos e com aproximadamente 120 dias após o plantio e e) Floresta: fragmento florestal contíguo as áreas. Os solos foram amostrados entre maio e julho de 2011.

Nestas áreas foram estabelecidas malhas de 50 m x 50 m e os solos foram amostrados nos pontos de cruzamento da malha com espaçamento regular de 10 metros, perfazendo um total de 36 pontos amostrais por sistema de manejo. Em seguida foram coletadas amostras de solo na profundidade 0,0-0,10 m.

Para determinação da densidade do solo foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada na profundidade 0,0-0,10 m. Em seguida foi calculada pela relação entre a massa seca a 105 °C durante 24 h da amostra de solo do cilindro volumétrico e o volume do mesmo cilindro (Embrapa, 1997).

Em cada ponto amostral, foram coletadas amostras com estrutura preservada na profundidade 0,0-0,10 m para determinação da estabilidade dos agregados do solo. A separação e estabilidade dos agregados foram determinadas segundo Kemper & Chepil (1965), com modificações, nas seguintes classes de diâmetro: >2,0; 2,0-1,0 e < 1,00 mm. Os agregados foram colocados em contato com a água sobre a peneira de 2,0 mm por quinze minutos, a massa do material retido em cada peneira, foi colocada em estufa a 105 °C. Os resultados foram expressos em percentual dos agregados retidos nas peneiras 4-2,0; 2,0-1,0 e < 1,0 mm.

A determinação do carbono orgânico total (COT) no solo foi efetuada segundo Yeomans & Bremner (1988) utilizando-se, como agente oxidante, o dicromato de potássio em meio ácido e uma fonte externa de calor. Os estoques de carbono orgânico foram calculados multiplicando-se o teor de carbono

orgânico total pelo volume e densidade do solo de cada camada (0,0-0,10 m).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis estudadas sob mata nativa e nas áreas cultivadas com pastagem, mandioca, cana-de-açúcar e agrofloresta são apresentados na tabela 1. Observou-se variações nas frações granulométricas, com textura argilosa nas áreas de agrofloresta e pastagem, siltosa na área de mandioca e textura média nas demais áreas. Os elevados teores de silte nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar e mandioca podem ocasionar à obstrução dos poros do solo, o que poderá levar a uma baixa infiltração de água no perfil (Resende et al., 2002), além de dificultar o uso e manejo destes solos.

Quanto aos atributos químicos verificou-se que os resultados são semelhantes entre as áreas estudadas, independente do manejo todos os solos apresentam de baixa a moderada acidez e baixos teores de nutrientes tabela 1. Os menores valores de pH foram observados para as áreas de agrofloresta e floresta respectivamente, evidenciando assim a natureza ácida e pobre dos solos estudados.

Os teores de carbono orgânico total (COT), densidade do solo (DS) e estoque de carbono (ECOT) são expressos na tabela 2. Verificou-se que os maiores teores de C orgânico total foram encontrados no sistema com cana-de-açúcar (18,09 g.kg⁻¹) diferindo estatisticamente dos demais sistemas de manejos, seguido do sistema de pastagem (16,13 g.kg⁻¹) e mandioca (15,57 g.kg⁻¹), enquanto que os menores teores foram encontrados na área de floresta nativa (3,61 g.kg⁻¹). De acordo com Carvalho et al. (2010), algumas pesquisas avaliando a conversão de áreas nativa em pastagens com manejo adequado têm demonstrado um aumento no teor de C no solo em função do tempo de implantação das forrageiras na região amazônica.

O maior teor de carbono orgânico observado na área de pastagem em relação a área nativa pode ser explicado pelas as gramíneas forrageiras utilizadas nas pastagens, pois estas possuem alta capacidade de aumentar o estoque e distribuir o C na subsuperfície do solo (Paustian et al., 2000).

A maior densidade do solo foi observada no sistema de manejo de pastagem e agrofloresta coincidente com os maiores teores de argila, seguidos pela floresta nativa, cana-de-açúcar e



mandioca. A maior densidade na área de pastagem pode ser explicada pelo efeito do pisoteio animal.

O estoque de carbono no solo variaram de 4,72 a 22,83 Mg ha⁻¹, houve diferenças estatísticas significativas entre os sistemas de manejo estudados, sendo que os maiores valores de estoque de carbono (ECOT) foram observados nas áreas de cana-de-açúcar e pastagem (22,83 e 21,72 Mg.ha⁻¹ respectivamente), seguidos pelas áreas de mandioca (18,14 Mg.ha⁻¹), agrofloresta (16,25 Mg.ha⁻¹) e floresta nativa (4,72 Mg.ha⁻¹). Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Araújo et al. (2004) no qual o maior estoque de carbono total foi verificado para o ambiente de pastagem. Os altos valores de ECOT da área sob pastagem em relação aos demais sistemas pode ser explicado pela presença das gramíneas que exibem efeito rizosférico intenso por causa do seu abundante sistema radicular, que mediante a sua decomposição libera nutrientes e também contribui para a formação da matéria orgânica do solo, favorecendo assim seu estado de agregação (Souza et al., 2012).

A distribuição dos agregados estáveis em água na profundidade de 0,0-0,10 m dos cinco sistemas de uso encontra-se na figura 1. Nota-se que houve predominância de macroagregados da classe 4,0-2,0 mm na camada de 0,0 – 0,10 m dos cinco sistemas estudados. Hickmann & Costa (2012) observaram comportamento semelhante da distribuição dos agregados estáveis em água em um Argissolo Vermelho Amarelo sob cinco diferentes manejos de longa duração, no município de Coimbra, MG.

CONCLUSÕES

1 - Os sistemas que mais estocaram carbono foram os sistemas sob cana-de-açúcar e pastagem, e os que menos estocaram carbono foram os sistemas sob floresta nativa e agrofloresta.

2 – Após a conversão de floresta para áreas de pastagem e de cana-de-açúcar, estas depois de anos de cultivo podem apresentar o mesmo estoque de carbono ou até mesmo superar as áreas nativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFAM e a FAPEAM pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental.

Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 28, n.2, p.307 – 315, 2004.

CAMPOS, M. C. C.; Pedogeomorfologia aplicada a ambientes Amazônicos do Médio Rio Madeira. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009, 260p. Tese Doutorado em Ciência do Solo.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, n.2, p.277-289, 2010.

CASTRO FILHO, C.; LOGAN, T. J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Science Society of America Journal, v.55, p.1407-1413, 1991.

CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos tabuleiros costeiros da Paraíba: solo cultivado com cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.1, p.20-25, 2008.

D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Pesquisa agropecuária brasileira, v.39, n.2, p.179-186, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Embrapa, 1997. 212p.

HEID, D. M.; VITORINO, A. C. T.; TIRLONI, C.; HOFFMANN, N. T. K. Frações orgânicas e estabilidade dos agregados de um latossolo vermelho distrófico sob diferentes usos. Revista ciências agrária, n.51, p.143-160, 2009.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em argissolo sob diferentes manejos de longa duração. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.10, p.1055-1061, 2012.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Aggregate stability and size distribution. In: BLACK, C. A. (Ed.) Methods of soil analysis. Madison: ASA, 1965. pt. 1, cap. 39, p. 499-510.

LAVELLE, P.; GILOT, C.; FRAGOSO, C.; PASHANASI, B. Soil fauna and sustainable land use in the humid tropics. In: Greenland, G.A.; Szalbolcs, I. (ed.), Soil resilience and sustainable land use. Wallingford: CAB International, 1994. Cap.18, p.291-307.

PAUSTIAN, K.; SIX, J.; ELLIOTT, E.T.; Hunt, H.W. Management options for reducing CO2 emissions from agricultural soils. Biogeochemistry, v.48, p.147-163, 2000.

RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia base para distinção de ambientes. 4ª ed., Viçosa, NEPUT, 2002. 338 p.

SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; MELO, A. W. F. Dinâmica do carbono na conversão de florestas para pastagens em Argissolos da Formação Geológica Solimões, no Sudoeste da Amazônia. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.7, n.1, p.29-38, 2007.

SOUZA, H. A.; MARCELO, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Revista Ciência Agronômica, v.43, n.4, p.658-663, 2012.

YEOMANS, J. C.; 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, n.13, p.467-476, 1988.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. Soil Till. Res., v.84, n.1, p.28-40, 2005.

Tabela 1. Caracterização física e química do solo sob diversos sistemas de usos (floresta nativa, agrofloresta, pastagem, cana-de-açúcar e mandioca) na profundidade 0,0-0,10 m de um Cambissolo Háplico Alítico plíntico na região Sul do Amazonas.

Atributos do Solo	Sistemas de Uso				
	Floresta	Agrofloresta	Pastagem	Cana-de-açúcar	Mandioca
pH (H ₂ O)	3,9	3,8	4,3	5,3	4,0
P ¹ (mg dm ⁻³)	0,10	0,60	0,40	0,70	0,50
K ^{1/2} (cmol _c dm ⁻³)	0,18	0,08	0,16	0,03	0,16
Ca ^{2+/3} (cmol _c dm ⁻³)	0,30	0,20	0,80	1,80	0,20
Mg ^{2+/4} (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,01	0,04	0,20	0,01
Areia (g kg ⁻¹)	379,36	220,79	336,80	259,43	138,71
Silte (g kg ⁻¹)	293,84	230,11	223,20	452,21	518,5
Argila (g kg ⁻¹)	326,80	549,10	440,00	288,36	342,80

¹Fósforo; ²Potássio; ³Cálcio; ⁴Magnésio

Tabela 2. Carbono orgânico total, densidade do solo e estoque de carbono orgânico em diferentes sistemas de usos (floresta nativa, agrofloresta, pastagem, cana-de-açúcar e mandioca) em um Cambissolo Háplico Alítico plíntico na região Sul do Amazonas

Sistemas de Usos	Carbono Orgânico total	Densidade do solo	Estoque de Carbono
	(g.kg ⁻¹)	(g.cm ⁻³)	(Mg.ha ⁻¹)
Floresta Nativa	3,61 d	1,30 ab	4,72 d
Agrofloresta	12,29 c	1,32 a	16,25 c
Pastagem	16,13 b	1,35 a	21,72 a
Cana-de-açúcar	18,09 a	1,27 b	22,83 a
Mandioca	15,57 b	1,17 c	18,14 b
CV % ¹	5,92	6,34	5,46

¹ Coeficiente de Variação

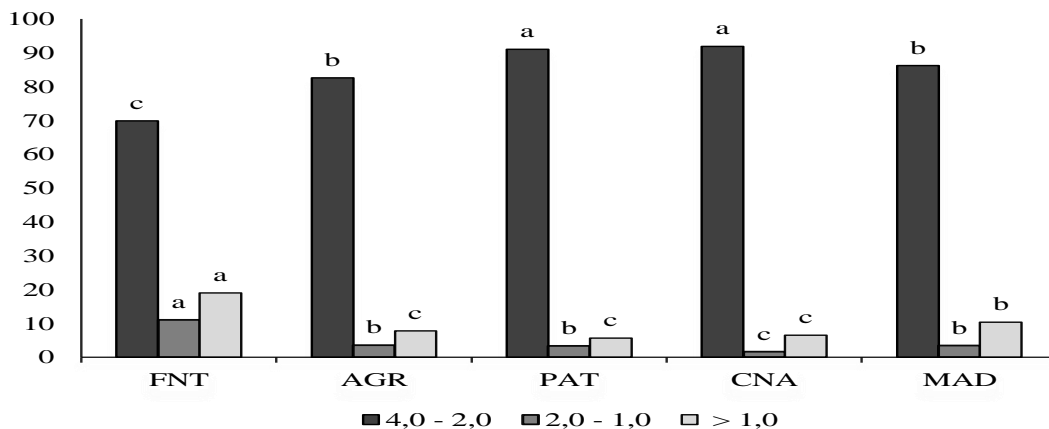


Figura 1. Distribuição dos agregados estáveis em água na profundidade de 0,0-0,10 m em um Cambissolo Háplico na Região Sul do Amazonas