



Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas

doi:10.4136/ambi-agua.1819

Received: 03 Dec. 2015; Accepted: 23 Feb. 2016

Milton César Costa Campos* ; Marcelo Dayron Rodrigues Soares;
Mailson Ferreira Nascimento; Douglas Marcelo Pinheiro Silva

Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, AM, Brasil

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

*Autor correspondente: e-mail: mcesarsolos@gmail.com,

marcelo.dayron@gmail.com, mailsonnf@gmail.com, douglasmcarcelo@gmail.com

RESUMO

Os sistemas de uso e manejo dos solos são fatores que podem influenciar nos estoques de carbono e na estabilidade de agregados. Neste trabalho os estoques de carbono e estabilidade de agregados de um Cambissolo Háptico Alítico plúntico sob diferentes usos e manejos foram avaliados. 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 (agroflorestal, mandioca, cana-de-açúcar, pastagem e floresta nativa). Nestes locais foram feitas malhas de 50 m x 50 m, com espaçamentos regulares de 10 em 10 metros, perfazendo um total de 36 pontos amostrais em cada malha na profundidade de 0-0,10 m. 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.

Palavras-chave: agroecossistemas, bioma amazônico, manejo do solo, matéria orgânica.

Carbon storage in soil and aggregates of Inceptisols under different land use management systems in southern Amazonas

ABSTRACT

Land use and management systems are factors that can influence carbon stock and its aggregate stability. This study assessed the carbon stock and aggregate stability of Inceptisols under different land use and management systems. The study was conducted on five properties located in the southern region of Amazonas state. Five areas were selected with different traditional land use systems (agroforestry, cassava, sugarcane, pasture and native forest). On each site, grids of 50 m x 50 m, with regular spacing of 10 by 10 meters were outlined for a sampling of 36 points in each mesh at a depth 0.00-0.10 m. We determined the bulk density, aggregate stability, total organic carbon and carbon stock. Data were subjected

to analysis of variance (F test) and means were compared by Tukey test at 5% probability. We found that the highest values of carbon stocks were found in areas under sugar cane and pasture, followed by the areas under cassava, agroforestry and native forest. Carbon stocks and aggregate stability were significantly altered by land use management systems.

Keywords: agroecosystems, environment amazon, management, soil organic matter.

1. 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 e 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 e 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 de modo a reduzir impactos negativos ao ambiente (Chaves e Farias, 2008).

Na região amazônica alguns trabalhos têm centrado esforços no sentido de avaliar as transformações ocorridas no solo após a substituição de ecossistemas de floresta em agroecossistemas (sistemas agrícolas) (Aquino et al., 2014). De acordo com Salimon et al. (2007), a introdução de ecossistemas de pastagens resulta 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. Apesar disso, Makewitz et al. (2004), destacam que conversão de ambientes naturais alteram os atributos físicos e químicos do solo.

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, tais como o desenvolvido por D'Andréa et al. (2004) constataram decréscimo no conteúdo de matéria orgânica do solo com o tempo de conversão floresta-agricultura.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os estoques de carbono no solo e agregados de um Cambissolo Háplico Alítico plúntico sob agrofloresta, pastagem, cana-de-açúcar, mandioca e floresta nativa na região Sul do Amazonas de modo a fornecer subsídios ao manejo mais sustentável desses agroecossistemas na região.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em cinco propriedades rurais, localizadas na região de Humaitá e Manicoré, sul do Estado do Amazonas, situada nas coordenadas geográficas: 7°30'24" S e

63°04'56" W, numa 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, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho e umidade relativa do ar entre 85 e 90%.

Geologicamente as áreas situam-se sobre os sedimentos da Formação Solimões, do Plioceno Médio – Pleistoceno Superior, com materiais provenientes de deposições de ambientes continentais, fluviais e lacustres (Brasil, 1978). O solo foi classificado como Cambissolo Háplico Alítico plíntico, A moderado, textura média (CXalf) (Campos et al., 2012).

Foram selecionadas cinco áreas com diferentes sistemas de usos tradicionais nesta região da Amazônia (Figura 1), a saber:

a) Agrofloresta: área com uso agroflorestal, com aproximadamente 17 anos cultivada com espécies frutíferas amazônicas (cupuaçu, cacau, açaí, bacaba, manga e etc.), neste sistema foram realizadas roçagem manual a cada ano;

b) Pastagem (*Brachiaria decumbens*): 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, sendo realizada a correção e adubação no primeiro ano de cultivo;

d) Mandioca: área cultivada há 15 anos, com queima, correção e adubação apenas no primeiro ano e com aproximadamente 120 dias após o plantio e e) Floresta: fragmento florestal de mata ombrófila densa contíguo as áreas. Os solos foram amostrados entre maio e julho de 2011.

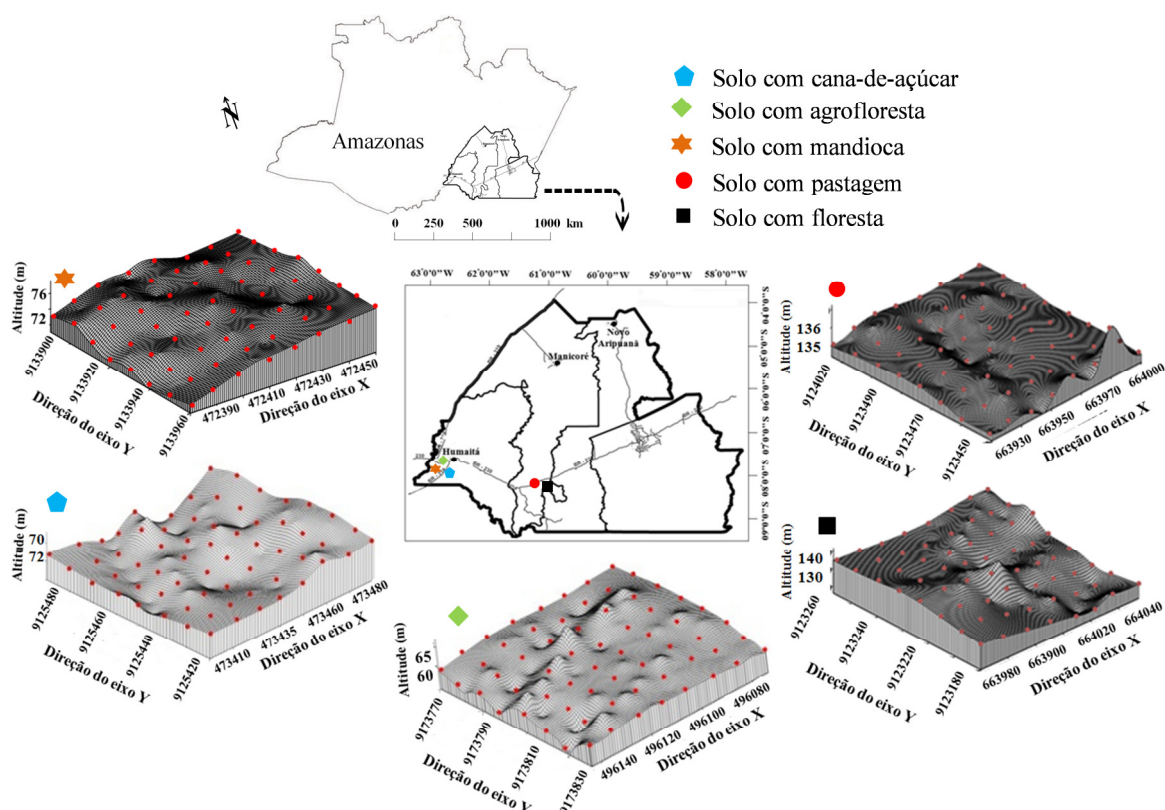


Figura 1. Localização e modelo de elevação digital dos diferentes ambientes na região Sul do Amazonas.

Nestas áreas foram estabelecidas malhas de 50 m x 50 m e o solo foi amostrado nos pontos de cruzamento da malha, com espaçamentos regulares de 10 em 10 metros, perfazendo um total de 36 pontos amostrais em cada malha. Em seguida foram coletadas amostras de solos, na profundidade 0,00-0,10 m da superfície, totalizando 180 amostras de solo nas cinco malhas.

Foram realizadas caracterização física e química foram realizadas de acordo com Embrapa (1997). A textura foi determinada pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 10 min. A fração argila foi separada por sedimentação; as areias, grossa e fina, por tamisação; e o silte, calculado por diferença. Ainda foram determinados os teores de Ca, Mg e K trocáveis e P disponível.

Para determinação da densidade do solo foram coletadas amostras de solos com estrutura preservada, utilizando um anel volumétrico com 0,045 m de altura e 0,0405 m de diâmetro, 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 (bloco de aproximadamente dois quilogramas) na profundidade 0,00-0,10 m para determinação da estabilidade dos agregados do solo. As amostras foram levemente destorroadas, de forma manual e passadas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha e retidos na peneira de 4,76 mm, secadas à sombra, para as análises relativas à estabilidade de agregados. A separação e estabilidade dos agregados foram determinadas segundo Kemper e 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 e Bremner (1988) utilizando-se, como agente oxidante, o dicromato de potássio em meio ácido e uma fonte externa de calor (chapa aquecedora) e titulação com sulfato ferroso amoniacal. O estoque de carbono (Est C) foi determinado em todas as áreas estudadas na profundidade de coleta de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 e foi calculado pela expressão (Costa et al., 2009):

$$\text{Est C} = (\text{COT} \times \text{Ds} \times e) / 10$$

em que:

Est C = estoque de carbono orgânico do solo (Mg ha^{-1});

COT = teor de carbono orgânico total (g kg^{-1});

Ds = densidade do solo (kg dm^{-3});

e = espessura da camada considerada (cm).

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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos atributos físicos e químicos sob mata nativa e nas áreas cultivadas com pastagem, mandioca, cana-de-açúcar e agrofloresta são apresentados na Tabela 1. Notaram-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 cultivada com cana-de-açúcar e mandioca pode ocasiona à obstrução dos poros do solo, o que poderá ocasionar baixa infiltração de água no perfil (Resende et al., 2002), além de dificultar o uso e manejo destes solos. Valores dominantes de silte nos solos da região foram observados também por Santos et al. (2012), trabalhando com caracterização de solos em uma toposequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira, os autores encontraram valores de silte elevados chegando a valores de 600 g kg^{-1} , mostrando assim que altos valores de silte são comuns nos solos da região.

Tabela 1. Caracterização física e química do solo sob diversos sistemas de usos (floresta nativa, agrofloresta, pastagem, cana-de-açúcar e mandioca) na profundidade 0,00-0,10 m de um Cambissolo Háptico Alítico plúntico na região Sul do Amazonas (n = 20).

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 (mg dm ⁻³)	0,10	0,60	0,40	0,70	0,50
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,18	0,08	0,16	0,03	0,16
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,30	0,20	0,80	1,80	0,20
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,02	0,01	0,04	0,20	0,01
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	5,40	4,80	5,10	4,80	5,10
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	518,50
Argila (g kg ⁻¹)	326,80	549,10	440,00	288,36	342,80

Quanto aos atributos químicos verificaram-se que os resultados são semelhantes entre as áreas estudadas, independente do manejo todos os solos apresentam uma baixa a moderada acidez e baixos teores de nutrientes (Tabela 1) de acordo com Raij et al. (1985). Os menores valores de pH foram observados para as áreas de agrofloresta e floresta nativa respectivamente, evidenciando assim, a natureza ácida e pobre dos solos estudados. Para Brandão et al. (2010), essas características refletem a pobreza do material de origem, os quais são submetidos a intenso intemperismo e lixiviação e nessas condições, as cargas negativas e a disponibilidade de nutrientes dependem da fração orgânica do solo.

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 ($18,09 \text{ g kg}^{-1}$) diferindo estatisticamente dos demais sistemas de manejos, seguido do sistema de pastagem ($16,13 \text{ g kg}^{-1}$) e mandioca ($15,57 \text{ g kg}^{-1}$), enquanto que os menores teores foram encontrados na área de floresta nativa ($3,61 \text{ g kg}^{-1}$). 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 e do manejo adotado 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 (*Brachiaria decumbens*), utilizadas em pastagem possui alta capacidade de aumentar o estoque e distribuir o C na subsuperfície do solo e o não sobrepastejo nas áreas (Paustian et al., 2000). Para Carvalho et al. (2010), tal

efeito das gramíneas atuando no teor carbono orgânico, é referente a elevada entrada de biomassa e a ausência de revolvimento do solo contribuindo assim para um maior acúmulo de carbono no solo. Além disso, o acúmulo de CO pode estar associado a extrema pobreza dos solos e presença de elementos tóxicos, a exemplo do Al trocável (Tabela 1), que de certa propiciam o maior acúmulo de C no solo.

A maior densidade de 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 o efeito do pisoteio animal, já os animais pastejam a área de forma extensiva. O aumento da densidade do solo é um efeito comum em áreas de pastagens na região amazônica, resultados semelhantes ao encontrado neste trabalho para a DS, foi verificado em trabalho de Araújo et al. (2004), em uma área de Argissolo Amarelo sob pastagem na Amazônia

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 plúntico 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 %	5,92	6,34	5,46

Os estoques 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. (2011) no qual o maior estoque de carbono total foi verificado para o ambiente de pastagem quando comparado a área de floresta, este fato ocorre devido ao maior acúmulo de matéria orgânica à superfície devido ao sistema radicular das gramíneas.

Os altos valores de ECOT da área sob pastagem em relação aos demais sistemas pode ser explicado pela a 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).

Em trabalho avaliando a dinâmica do carbono na conversão de florestas para pastagens em Argissolos da formação Geológica Solimões, no Sudoeste da Amazônia Salimon et al. (2007), encontraram maiores estoques de carbono sob áreas de pastagens em comparação com áreas de floresta, os quais foram devido a maior densidade e teor de carbono orgânico desta área. Os mesmos autores, ainda relata que com a introdução da pastagem os estoques de C no solo podem decrescer nos primeiros anos da implantação, no entanto os mesmos devem aumentar nos anos seguintes, até atingir valores próximos ou superiores aos existentes antes da conversão.

Várias pesquisas tem mostrado o comportamento do estoque de carbono em maior

quantidade na área sob pastagem em relação à floresta nativa, bem como, Araújo et al. (2011) e Desjardins et al. (2004), que observaram o mesmo tipo de comportamento, dentre estes sistemas é possível observar dois processos simultâneos de evolução do carbono orgânico do solo:

a) a contínua mineralização do carbono derivado da vegetação nativa devido aos ciclos de umedecimento e secagem do solo e;

b) a progressiva incorporação do carbono derivado dos restos da cultura introduzida pela pastagem, principalmente pelas raízes das gramíneas.

O maior estoque de carbono na área de cana de açúcar, pode ser justificado pelo grande aporte de resíduo (palhadas) provenientes da própria cultura e que é depositada no solo, corroborando assim com Carvalho et al. (2010), que segundo os autores com a ausência da queima no processo de colheita, os resíduos vegetais são depositados na superfície do solo e com o passar do tempo parte desses resíduos é decomposto e parte é incorporada à matéria orgânica do solo, contribuindo assim para o aumento do estoque de C. Por outro lado Canellas et al. (2007), estudando um Cambissolo sob cana-de-açúcar queimada, encontraram valores ECOT superiores ao do presente estudo ($36,12 \text{ mg ha}^{-1}$).

Em ambientes de floresta nativa de ecossistemas Amazônicos a maior parte do carbono encontra-se contida na biomassa da vegetação conforme destaca Araújo et al. (2011). No entanto esperava-se encontrar maior conteúdo de C no solo, porém este foi o sistema que menos estocou carbono ($4,72 \text{ Mg ha}^{-1}$) quando o comparado com os demais sistemas estudados. Além disso, Silva e Machado (2000) sugerem que os menores estoques de carbono de regiões tropicais, estão relacionados às condições de temperaturas elevadas, os altos índices pluviométricos, e a intensa atividade microbiana que propiciam a rápida decomposição dos materiais orgânicos depositados no solo, e como consequência ocorre um decréscimo do estoque de carbono no solo. Neste contexto Melo (2003) sugere que os ciclos de umedecimento e secagem do solo por favorecer a mineralização do C seja responsável pelo os menores estoques de carbono.

Estimativas do estoque de carbono na região amazônica tem sido feita em diferentes locais, e os resultados encontrados pelos os pesquisadores são variados (Novaes Filho et al., 2007). Para Costa et al. (2009), os trabalhos encontrados na literatura muitas vezes são contraditórios em relação às diferenças entre os teores de C encontrados em solos de mata nativa e pastagens. Alguns trabalhos como de Salimon et al. (2007), mostra que os solos sob pastagens apresentam teores iguais ou superiores aos encontrados em ambientes de mata primária, já trabalhos como o de Noordwijk et al. (1997), mostra um maior estoque de carbono em áreas nativas em comparação com áreas de pastagem.

A distribuição dos agregados estáveis em água na profundidade de 0,0-0,10 m dos cinco sistemas de uso encontra-se na Figura 2. 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. Da mesma maneira, a correlação positiva para as classes 4,0-2,0 mm indicou um aumento dos agregados com o aumento do COT.

Em ordem decrescente esta classe de tamanho (4,0-2,0) representou 92, 90, 86, 84 e 70%, nos sistemas cana-de-açúcar, pastagem, mandioca, agrofloresta e floresta nativa respectivamente, na camada 0-10 m. Esse comportamento também foi observado por Longo et al. (1999), em um Latossolo Vermelho-Amarelo numa sequência pasto/floresta no município de Porto Velho, RO. De acordo com estes mesmos autores a maior parte dos agregados que ficou retido na peneira de 4,0 mm de malha, indica que, nestas condições, os

agregados formados são bastante estáveis em água. Para Fabrizzi et al. (2009), a predominância de macro e mesoagregados é uma característica de solos tropicais e evidencia a elevada influência das interações eletrostáticas dos óxidos e minerais de argila do tipo 1:1 no processo de agregação.

Observando a Figura 2, é possível verificar que as maiores porcentagens de agregado da classe 4,0-2,0mm foram encontradas na área de cana-de-açúcar (CNA) 92% e pastagem (PAT) 90%. A pastagem foi favorecida pela maior distribuição relativa nos macroagregados devido ao sistema radicular de gramíneas que colaborou para um maior estoque de COT. Esses resultados estão de acordo com Vezzani (2001) que mostra o potencial do uso de pastagens para a recuperação de solos degradados.

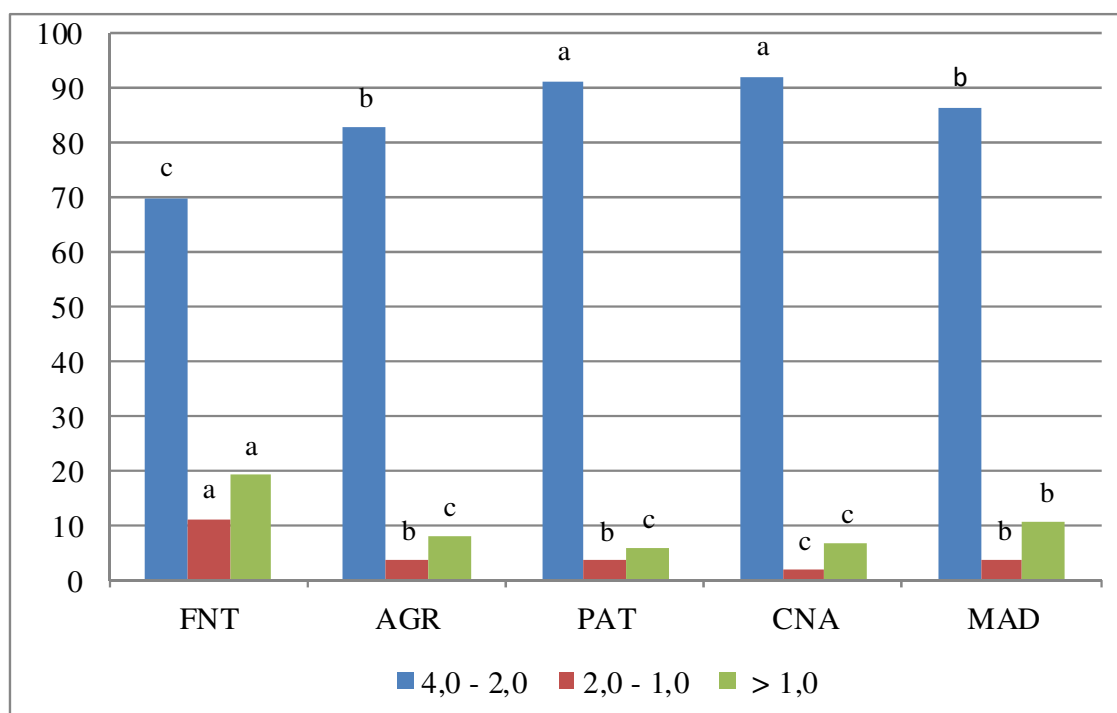


Figura 2. Distribuição dos agregados estáveis em água na profundidade de 0,0-0,10 m em um Cambissolo Háplico Alítico plúntico, sob diversos sistemas de usos, floresta nativa (FTN), agrofloresta (AGR), pastagem (PAT), cana-de-açúcar (CNA) e mandioca (MAD) na região Sul do Amazonas.

A maior porcentagem dos agregados da classe de 2,0-1,0 mm encontra-se no solo sob floresta nativa (11%), seguidos pela pastagem, agrofloresta e mandioca que não diferiram estatisticamente entre si, o sistema sob cana-de-açúcar apresentou uma menor porcentagem dos agregados estáveis em água. Na classe > 1,0 mm, a maior porcentagem dos agregados estáveis em água foi no solo sob floresta nativa, seguidos pelos sistemas sob mandioca e pastagem, o sistema sob cana-de-açúcar e agrofloresta não diferiram estatisticamente entre si.

4. CONCLUSÕES

O estoque de carbono foi afetado de modo significativo pelos sistemas de uso e manejo do solo nos cinco sistemas estudados, existiu uma correlação positiva entre a distribuição agregados com COT, em que a porcentagem dos agregados aumentou com os maiores teores de COT.

O sistema que mais estocou carbono foi o sistema sob cana-de-açúcar e pastagem, e nestes as maiores porcentagens de macroagregados e o sistema que menos estocou carbono

foram os sistemas sob floresta nativa e agrofloresta.

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.

5. REFERÊNCIAS

- AQUINO, R. E.; CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, I. A.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em latossolo sob floresta nativa e pastagem na Região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 397-406, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000200004>
- ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma amazônico. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 1, p. 103-114, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000200009>.
- BRANDÃO, P. C.; SOARES, V. P.; SIMAS, F. N. B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L.; MENDONÇA, B. A. F. Caracterização de geoambientes da floresta nacional do Purus, Amazônia Ocidental: uma contribuição ao plano de manejo. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 115-126, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100013>
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil, folha SB. 20, Purus**. Rio de Janeiro, 1978. 561 p.
- CAMPOS, M. C. C.; RIBEIRO, M. R.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; RIBEIRO FILHO, M. R.; ALMEIDA, M. C. Toposequência de solos na transição campos naturais-floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 3, p. 387-398, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000300011>
- CANELLAS, L. P.; ALTOÉ B. M.; GALBA B. J.; MARCIANO, C. R.; CABRAL, M.; MACHADO, S. N. et al. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 331-340, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200015>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200001>
- 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, n.1, p.1407-1413, 1991. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1991.03615995005500050034x>
- 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.

- COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1137-1145, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000500007>
- D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000200012>
- DESJARDINS, T.; BARROS, E.; SARRAZIN, M.; GIRARDIN, C.; MARIOTTI, A. Effects of forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 103, n. 2, p. 365-373, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.008>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FABRIZZI, K. P.; RICE, C. W.; AMADO, T. J. C.; FIORIN, J.; BARBAGELATA, P.; MELCHIORI, R. Protection of soil organic C and N in temperate and tropical soils: effect of native and agroecosystems. **Biogeochemistry**, v. 92, n. 1, p. 129-143, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-008-9261-0>
- HEID, D. M.; VITORINO, A. C. T.; TIRLONI, C.; HOFFMANN, N. T. K. Frações orgânicas e estabilidade dos agregados de um latossolo vermelho distroférico sob diferentes usos. **Revista de Ciências Agrárias**, 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001000004>
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E. (Eds.). **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part 1. 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.
- LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R.; RIBEIRO, A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 276-280, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v3n3p276-280>
- MAKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. **Ecological Applications**, v. 14, n. 4, p. 177-199, 2004. <http://dx.doi.org/10.1890/01-6016>

- MELO, A. W. F. **Avaliação do estoque e composição isotópica do carbono do solo do Acre**. 2003. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- NOORDWIJK, M. V.; CERRI, C. C.; WOOMER, P. L.; NUGROHO, K.; BERNOUX, M. Soil carbon dynamics in the humid tropical forest zone. **Geoderma**, v. 79, p. 187-225, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00042-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00042-6)
- NOVAES FILHO, J. P.; SELVA, E. C.; COUTO, E. G.; LEHMANN, J.; JOHNSON, M. S.; RIHA, S. J. Distribuição espacial de carbono em solo sob floresta primária na Amazônia Meridional. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 83-92, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100010>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1006271331703>
- RAIJ, B. VAN; SILVA N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1985. 107p. (Instituto Agrônomo. Boletim Técnico, 100).
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia base para distinção de ambientes**. 4. 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.
- SANTOS, L. A. C.; CAMPOS, M. C. C.; COSTA, H. S.; PEREIRA, A. R. Caracterização de solos em uma topossequência sob terraços aluviais na região do médio rio Madeira (AM). **Ambiência**, v. 8, n. 2, p. 319 – 331, 2012. <http://dx.doi.org/10.5777/ambiencia.2012.02.07>
- SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A. **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas**: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23p. (Documentos, 19)
- 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 Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 658-663, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000400006>
- VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 184f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- 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. 1467-1476, 1988. <http://dx.doi.org/10.1080/00103628809368027>
- ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil Tillage Research**, v. 84, n. 1, p. 28-40, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2004.08.007>