



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

VARIAÇÕES DO CARBONO ORGÂNICO DISSOLVIDO E DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO DA TERRA NA AMAZÔNIA CENTRAL

Jean Dalmo de Oliveira Marques⁽¹⁾; Flávio Jesus Luizão⁽²⁾; Wenceslau Geraldes Teixeira⁽³⁾; Sávio José Filgueiras Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾Doutor em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA-V8. Departamento de Ecologia. Avenida Efigênio Sales, nº 2239, Aleixo, CEP: 69.060-020, Manaus - AM. E-mail: jdomarques@hotmail.com. Bolsista CNPq.

^(2,4)Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Avenida Efigênio Sales, nº 2239, Aleixo, CEP: 69.060-020, Manaus - AM. E-mail: fluizao@inpa.gov.br; savio@inpa.gov.br

⁽³⁾Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, nº 1024, Jardim Botânico, CEP 22460-000 – Rio de Janeiro – RJ). E-mail: wenceslau@cnps.embrapa.br

Resumo – O presente estudo teve como objetivo verificar a relação entre carbono orgânico dissolvido (COD) e atributos físico-hídricos do solo em diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Central. Quantificaram-se as concentrações de COD sob Floresta Primária, em três posições topográficas, e em áreas de Pastagem, Sucessão Secundária e Sistema Agroflorestal (SAF) até a profundidade de 2 m. Instalaram-se extratores de tensão da solução do solo para coleta e análise do carbono da solução na fase orgânica durante um ciclo hidrológico, aplicando-se uma tensão de 60 kPa. As maiores concentrações de COD foram encontradas na seguinte sequência: SAF > Sucessão Secundária > Floresta > Pastagem, demonstrando a capacidade do SAF e Capoeira em recuperar e/ou disponibilizar o carbono na solução do solo. As concentrações de COD apresentaram uma variação espacial e temporal entre as profundidades amostradas, decrescendo em profundidade. As concentrações de COD obtidas ao longo do ciclo hidrológico estudado demonstraram uma relação positiva com a agregação, a porosidade total, a macroporosidade, e negativa com a densidade e a microporosidade do solo. A ação da estruturação do solo, representada pela agregação, exerce grande influência nas concentrações de COD nas camadas do solo, e, aliada à matéria orgânica mais lábil do solo, determinam a manutenção do carbono na solução do solo. As concentrações de COD obtidas sob os diferentes ambientes estudados refletem a importância do manejo adequado do solo para a permanência do carbono no ecossistema do solo.

Palavras-Chave: carbono orgânico dissolvido; sistemas de uso da terra; física do solo; floresta amazônica.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica dissolvida (MOD) representa um importante elemento em muitos processos biogeoquímicos do solo e da água (Ussiri & Johnson, 2004).

Nos últimos anos, as pesquisas sobre a dinâmica e o estoque de carbono na solução do solo têm recebido atenção especial (Eimers et al., 2008). Um número

significativo de pesquisas tem sido realizado, principalmente para caracterizar a variabilidade espacial e temporal do COD e dos seus fluxos e para quantificar as características químicas, pedogenéticas do solo e a disponibilidade do COD para a microflora do solo (Aitkenhead-Peterson et al., 2003). A grande preocupação está relacionada à contribuição potencial do COD para o aumento das concentrações de CO₂ atmosférico, pelo aumento dos fluxos de COD nos igarapés, resultante da exportação natural para a rede de drenagem nos baixios florestais. Esses aumentos podem ser acelerados pelas mudanças do uso da terra, especialmente pela conversão de floresta em pastagens.

O objetivo deste estudo foi estudar as variações do carbono orgânico dissolvido (COD) e de atributos físicos do solo sob áreas de Floresta Primária, Pastagem, Sucessão Secundária e Sistema Agroflorestal na Amazônia Central.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três áreas relativamente próximas (raio < 20 km) na Amazônia central: (i) floresta primária, numa catena em diferentes posições topográficas (platô, encosta e baixio), na Reserva Experimental do Cuieiras, no km 34 da estrada vicinal ZF-2, ca. 60 km ao Norte de Manaus, AM (02°36'32,1" S e 60°12'32,4" W); (ii) pastagem manejada, localizada na Reserva Experimental do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), no km 23 da estrada vicinal ZF-3 (02°25'5,7"S e 59°52'51"W); (iii) Sistema Agroflorestal (SAF) e Sucessão Secundária, localizadas na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, ao Norte de Manaus, no km 54 da BR-174 (2°32' S e 60°02' W).

Na área de Floresta Primária, instalaram-se os extratores em três posições topográficas distintas: platô, encosta e baixio, nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 100 e 200 cm (platô e vertente), num total de 24 extratores, sendo 12 em cada posição topográfica. No baixio, devido à proximidade do lençol freático, os extratores foram instalados somente até 60 cm de profundidade e dispostos nas profundidades de: 10, 20, 30, 40 e 60 cm, perfazendo um total de 10 extratores nessa posição topográfica. Nas áreas de Pastagem, SAF e Sucessão Secundária foram instaladas as cápsulas extratoras nas profundidades de 10, 40, 100 e 200 cm, com o intuito de visualizar os contrastes mais intensos das áreas entre si e com a floresta de platô, já

que as classes de solos são idênticas.

Tratamentos e amostragens

No ato da coleta da solução, cada amostra era filtrada, utilizando-se filtros com membrana de fibra de vidro com porosidade de 0,7 μm . A solução destinada à análise de COD era armazenada em frascos Nalgene de 60 ml pré-calcinados e preservada utilizando HgCl_2 (cloreto de mercúrio) com concentração de 300 μM de Hg.

Análise estatística

Os dados de COD, COS, e atributos físicos do solo foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tuckey a 5 %. Análises de regressões e correlações de Pearson foram realizadas para relacionar o COD com os atributos físicos do solo.

RESULTADOS

As concentrações de COD aumentaram com o aumento das chuvas. As maiores concentrações de COD foram encontradas a 10 cm nos solos de textura média (Argissolo) a muito argilosa (Latossolo), sendo 13,8 mg L^{-1} e 12,1 mg L^{-1} , respectivamente. A 200 cm de profundidade o COD reduz-se drasticamente, principalmente no período seco, variando de 3,0 a 4,0 mg L^{-1} . As camadas mais profundas do Argissolo - Floresta mostraram COD mais elevado do que no Latossolo - Floresta (Figura 1 a,b,c).

No Latossolo, variou de 1,3 a 15,5 mg L^{-1} (Figura 1a) e no Argissolo de 2,2 a 15,0 mg L^{-1} (Figura 1b). A camada intermediária (40-100 cm) apresentou teores de COD entre 4 e 11 mg L^{-1} (Latossolo - Floresta) (Figura 1a) e de 2 e 10 mg L^{-1} (Argissolo - floresta) (Figura 1b), com valores reduzidos em relação à superfície. A camada de 100-200 cm apresentou valores mais baixos, na ordem de 1,8 a 6,0 mg L^{-1} (Latossolo - Floresta) e de 1,3 a 10,0 mg L^{-1} (Argissolo - Floresta). No baixio (Figura 1c), a concentração do COD é distinta do platô (Figura 1a) e encosta (Figura 1b), estabelecendo-se na camada superficial (0-20 cm) as maiores concentrações (27,1 e 50,6 mg L^{-1}).

As concentrações de COD nas camadas 10, 20, 40 e 200 cm no Latossolo Amarelo sob pastagem oscilaram entre 2,0 e 14,6 mg L^{-1} . No SAF (3,8 a 24,8 mg L^{-1}); na Sucessão Secundária as concentrações de COD foram mais altas (3,2 a 23 mg L^{-1}) do que as encontradas na pastagem (Figura 2). Os teores de COD em pastagem (2 a 10 mg L^{-1}), Sistema Agroflorestal (4 a 18,8 mg L^{-1}) e Sucessão Secundária (7 a 14,4 mg L^{-1}) diminuíram em profundidade (Figura 2). O SAF e a Sucessão Secundária apresentaram maiores concentrações de COD do que a Pastagem, durante período seco, chuvoso e chuvoso-seco, e em todas as profundidades. Os maiores teores de COD foram obtidos nas camadas superficiais, em todos os ambientes estudados, diferenciando-se significativamente das outras profundidades. Durante os períodos seco e da transição chuvoso-seco, a pastagem apresentou os menores teores de COD em todas as profundidades, enquanto que o SAF e a Sucessão Secundária apresentaram os maiores teores de COD nesses mesmos períodos e no período chuvoso

(Figura 2).

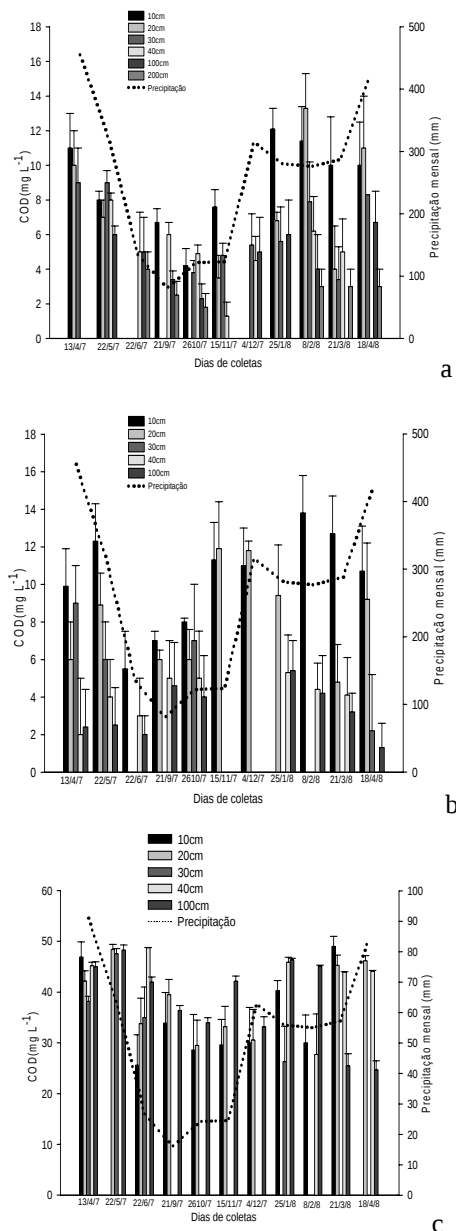
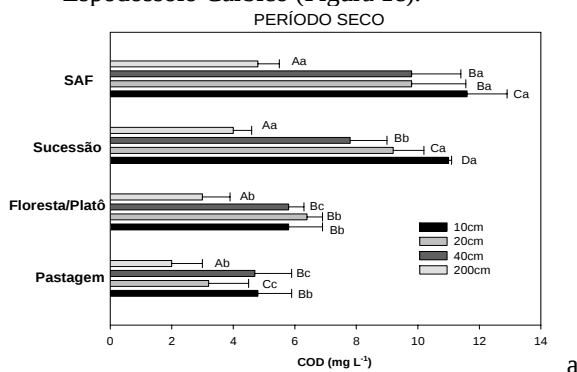


Figura 1. Variação do COD em profundidade (a, b, c) e em diferentes dias de coletas, associadas à precipitação pluviométrica sob floresta primária, em diferentes posições topográficas: platô – Latossolo Amarelo (Figura 1a); encosta – Argissolo Amarelo (Figura 1b) e baixio – Espodossolo Cárbico (Figura 1c).



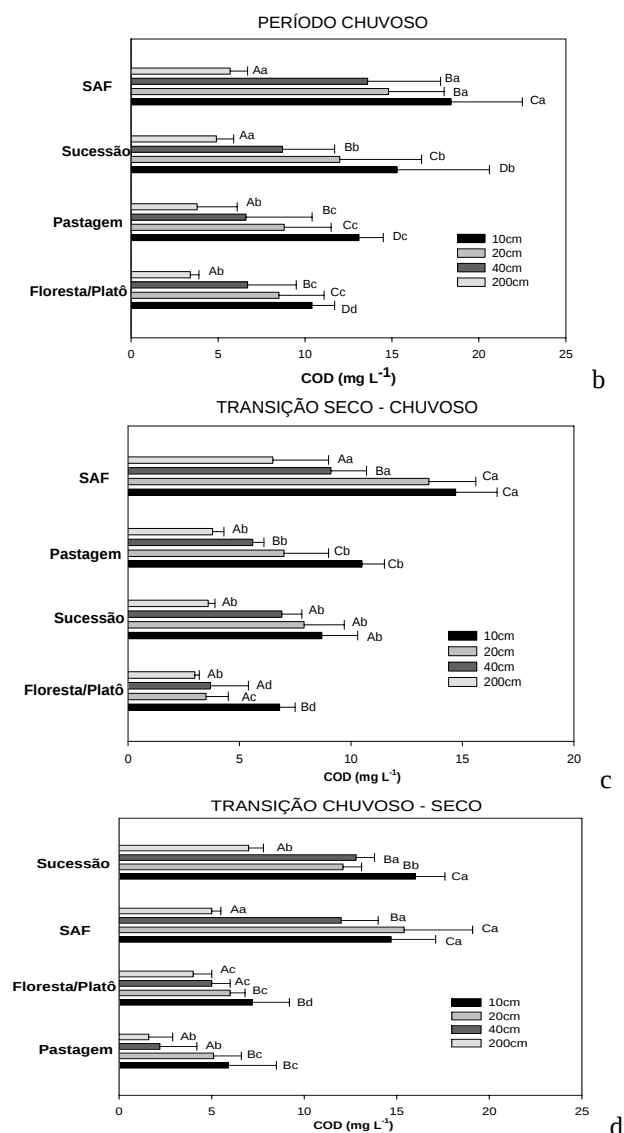


Figura 2. Concentrações de COD na solução do solo em diferentes períodos do ano (seco, chuvoso e transições). A letra maiúscula compara as camadas ao longo dos períodos, e a letra minúscula compara as camadas entre si no mesmo período ($p < 0,05$; Tukey HSD a 5%). ($n = 7$)

As concentrações de COD nas camadas 10, 20, 40 e 200 cm no Latossolo Amarelo sob pastagem oscilaram entre 2,0 e 14,6 mg L⁻¹. No SAF (3,8 a 24,8 mg L⁻¹); na Sucessão Secundária as concentrações de COD foram mais altas (3,2 a 23 mg L⁻¹) do que as encontradas na pastagem (Figura 2).

Os teores de COD em pastagem (2 a 10 mg L⁻¹), Sistema Agroflorestal (4 a 18,8 mg L⁻¹) e Sucessão Secundária (7 a 14,4 mg L⁻¹) diminuíram em profundidade (Figura 2). O SAF e a Sucessão Secundária apresentaram maiores concentrações de COD do que a Pastagem, durante período seco, chuvoso e chuvoso-seco, e em todas as profundidades. Os maiores teores de COD foram obtidos nas camadas superficiais, em todos os ambientes estudados, diferenciando-se significativamente das outras profundidades. Durante os períodos seco e da transição chuvoso-seco, a pastagem apresentou os menores

teores de COD em todas as profundidades, enquanto que o SAF e a Sucessão Secundária apresentaram os maiores teores de COD nesses mesmos períodos e no período chuvoso (Figura 2).

O COD sofreu influência dos atributos do solo nas camadas superficiais e subsuperficiais. Na superfície, o COD demonstrou ser influenciado pelo diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) e pelo COT havendo uma relação direta e positiva e em subsuperfície pela densidade do solo, teor de argila, porosidade total, macroporosidade e microporosidade (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Diferenças nas concentrações de COD nos perfis sob floresta evidenciaram diferentes zonas de transporte de COD no solo (superficial, intermediária e subsuperficial). Entretanto, as concentrações de COD não sofrem variações elevadas entre camadas próximas, demonstrando que o transporte de COD é lento, em decorrência da alta retenção de água nos solos argilosos da Amazônia.

Nesses ambientes, o manejo do solo influencia diretamente nas concentrações de COD na superfície do solo. Apesar de grande parte do COD ser considerado derivado da matéria orgânica mineralizada com uma taxa lenta de incorporação das fontes recentemente depositadas (Karlton et al., 2005), o SAF e a Sucessão secundária (com 15 - 20 anos de implantação) superaram a produção de COD da floresta primária. Isso demonstra a capacidade desses sistemas de uso da terra em recuperar e manter o carbono disponível no sistema solo-planta.

No SAF, a liteira abundante, diversificada com adições de adubos verdes de leguminosas (boa qualidade química) proporciona condições para a atividade biológica e a formação de M.O. Na Sucessão secundária, a liteira predominantemente de difícil decomposição (Mesquita et al., 1998) favorece a maior humificação e acúmulo de carbono no solo.

Os maiores valores da densidade do solo e da microporosidade, por sua vez, diminuíram ou indisponibilizaram as concentrações de COD nos ambientes. O COD está distribuído em diferentes poros no solo, sendo a coleta nos macroporos realizada com maior facilidade e intensidade. As maiores concentrações de COD no SAF, Capoeira e na Floresta (na encosta) sugerem que esses ambientes têm atributos físicos do solo que permitem uma melhor movimentação do COD, superando os processos de adsorção ao longo do perfil (Tabela 1).

A similaridade das concentrações de COD entre platô e encosta sob floresta demonstram a importância da cobertura vegetal na manutenção do carbono nos ambientes de floresta. As camadas mais profundas na encosta mostraram COD mais elevado do que no platô, apesar dos fluxos de COD na solução do solo tenderem para um decréscimo em profundidade, sugerindo que esse carbono possa estar sendo exportado, via solução do solo, do platô para o baixo, onde foram encontradas as maiores concentrações (>59,5 mg L⁻¹); daí, o COD poderia chegar mais facilmente até a drenagem.

CONCLUSÕES

1. As concentrações médias de carbono orgânico dissolvido (COD) na solução do solo seguiram a ordem

SAF > Sucessão Secundária > Floresta > Pastagem, demonstrando a capacidade do SAF e da Sucessão Secundária em recuperar áreas alteradas após a retirada da cobertura vegetal original, uso e abandono da área;

2. As concentrações de COD tiveram uma correlação positiva com a agregação, a porosidade total, a macroporosidade e negativa com a densidade e a microporosidade do solo, sugerindo que o teor de argila pode não ser o parâmetro mais importante na dinâmica do COD no solo.

AGRADECIMENTOS

Aos Projetos LBA, PPG7, PELD e à EMBRAPA/CPAA pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa. Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- AITKENHEAD-PETERSON, J.A.; MCDOWELL, W.H. & NEFF, J.C. Sources, production, and regulation of allochthonous dissolved organic matter. In: Findlay, S. (Ed). Dissolved Organic Matter Sources, Transport, and Transformation in Aquatic Ecosystems. Academic Press, New York, 2003. 234p.
- EIMERS, M.C.; WATMOUGH, S.A.; BUTTLE, J.M. & DILLON, P.J. Examination of the potential relationship between droughts, sulphate and dissolved organic carbon at a wetland-draining stream. *Global Change Biology*, 14: 938-948, 2008.
- KARLTUN, E.; HARRISON, A.F.; ALRIKSOON, A.; BRYANT, C.; GARNETT, M.H. & OLSSON, M.T. Old organic carbon in soil solution DOC after afforestation – evidence from ^{14}C analysis. *Geoderma*, 127: 188-195, 2005.
- MESQUITA, R.C.G.; WORKMAN, S. & NEELY, C. Slow litter decomposition in a Cecropia-dominated secondary forest of central Amazonia. *Soil Biology Biochemistry*, 30: 167-175, 1998.

TABELA 1. Coeficiente de correlação de Pearson entre as concentrações de COD (mg L^{-1}) e os atributos físicos do solo sob Floresta, Pastagem, SAF e Sucessão Secundária, na Amazônia Central, em diferentes períodos do ano (n = 7).

Atributos do solo	Floresta Primária – Platô			
	Chuvoso	Seco	Seco – chuvoso	Chuvoso – seco
Teor de argila (g.kg^{-1})	- 0,67	- 0,64	- 0,65	- 0,93
Densidade do solo (g.cm^{-3})	- 0,61	- 0,61	- 0,46	- 0,84
Porosidade total (%)	ns	- 0,34	0,40	ns
Macroporosidade (%)	ns	ns	- 0,69	ns
Microporosidade (%)	- 0,48	- 0,50	- 0,48	- 0,63
Floresta Primária – Encosta				
Teor de argila (g.kg^{-1})	- 0,84	- 0,76	-	- 0,84
Densidade do solo (g.cm^{-3})	0,33	ns	-	ns
Porosidade total (%)	- 0,44	- 0,48	-	- 0,53
Macroporosidade (%)	- 0,40	- 0,62	-	- 0,64
Microporosidade (%)	- 0,56	- 0,51	-	- 0,60
Floresta Primária – Baixo				
Teor de argila (g.kg^{-1})	ns	ns	ns	ns
Densidade do solo (g.cm^{-3})	- 0,81	- 0,70	- 0,96	- 0,48
Porosidade total (%)	ns	ns	ns	ns
Macroporosidade (%)	- 0,86	ns	ns	- 0,84
Microporosidade (%)	ns	ns	ns	ns
Pastagem				
Teor de argila (g.kg^{-1})	- 0,50	- 0,48	- 0,54	- 0,42
Densidade do solo (g.cm^{-3})	- 0,38	- 0,45	- 0,41	ns
Porosidade total (%)	0,78	0,63	0,83	0,67
Macroporosidade (%)	0,61	0,69	0,62	0,71
Microporosidade (%)	0,77	0,67	0,81	0,65
Sistema Agroflorestal – SAF				
Teor de argila (g.kg^{-1})	- 0,62	- 0,69	0,83	- 0,55
Densidade do solo (g.cm^{-3})	- 0,46	- 0,51	- 0,50	- 0,42
Porosidade total (%)	0,22	0,20	0,28	0,10
Macroporosidade (%)	0,26	0,93	0,24	0,47
Microporosidade (%)	- 0,45	- 0,51	- 0,51	- 0,50
Sucessão Secundária				
Teor de argila (g.kg^{-1})	- 0,54	- 0,58	- 0,60	- 0,62
Densidade do solo (g.cm^{-3})	- 0,60	- 0,67	- 0,71	- 0,46
Porosidade total (%)	0,48	0,50	0,52	0,22
Macroporosidade (%)	0,70	0,80	0,85	0,26
Microporosidade (%)	- 0,47	- 0,50	- 0,51	- 0,45

Correlação significativa ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo; (-) amostra não coletada