

FRACIONAMENTO FÍSICO E FRAÇÕES OXIDÁVEIS DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS SOB PASTAGENS NO ESTADO DO ACRE

Elaine Almeida Delarmelinda⁽¹⁾; Arcângelo Loss⁽²⁾; Lúcia Helena Cunha dos Anjos⁽³⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽³⁾ & Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽⁴⁾

(1) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Bolsista CAPES – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, CEP: 69915-900 elaineadell@gmail.com; (2) Doutorando do Curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS), Bolsista CNPq Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, CEP: 23890-000, rcangeloloss@yahoo.com.br; (3) Professor Associado, UFRRJ, Departamento de Solos, lanjios@ufrj.br, gervasio@ufrj.br; (4) Pesquisador Embrapa Acre, Rodovia Br 364, km 14, Caixa Postal: 321, Rio Branco, AC, CEP: 68908-970, paulo@cpafac.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Nos sistemas de produção agrícola, a matéria orgânica tem papel importante na qualidade do solo, influenciando em seus atributos químicos, físicos e biológicos. Dentre os vários benefícios atribuídos a matéria orgânica destacam-se: melhorias na retenção de água e de cátions, atuação como colóide orgânico, redução da densidade do solo, disponibilização de nutrientes e aumento da diversidade e atividade biológica do solo.

O estudo da matéria orgânica em agroecossistemas brasileiros é um tema estratégico para a sustentabilidade da agricultura e a preservação ambiental Cunha et al. (2007). Na região amazônica, com elevada ocorrência de solos de baixa fertilidade natural e alta intemperização, a manutenção da matéria orgânica na produção agrícola representa importante ferramenta para a implantação de manejos conservacionistas.

O estudo dos compartimentos mineral e particulado do carbono orgânico tem grande importância para entendimento da dinâmica da matéria orgânica, pois os mesmos possuem comportamentos distintos Roscoe & Machado (2002). Os autores observam que o carbono orgânico associado à fração areia é mais instável e facilmente decomposto, quando comparado ao carbono orgânico associado as frações silte e argila, sendo este responsável pela formação e estabilidade de agregados além de oferecer proteção física quanto aos processos de degradação.

É importante ressaltar que do ponto de vista ambiental, de acordo com Fidalgo et al. (2007), o solo tem importante função como sumidouro de carbono, devido a capacidade que este compartimento tem em estocar carbono, observando-se que o aumento ou diminuição deste estoque depende da quantidade e qualidade da matéria orgânica que é aportada. A velocidade de decomposição do material depositado, é determinada pela interação entre o clima, atributos do solo e uso e manejo das terras. Vários trabalhos (Lima et al., 2008; Martins et al., 2009; Neves et al., 2004) analisaram a influência do manejo do solo no estoque de carbono e nas frações da matéria orgânica em vários ambientes e agrossistemas, verificando que a redução ou aumento e/ou manutenção dos conteúdos de carbono é um reflexo do manejo adotado na área.

A partir de métodos de determinação de carbono é possível identificar as diferentes frações que compõe a matéria orgânica, possibilitando a identificação de compartimentos de diferentes graus de decomposição. Analisando as frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho cultivado com cafeeiro no Estado de Minas Gerais, Rangel et al. (2008) relatam que o carbono lábil é aquele que constitui compostos orgânicos mais facilmente mineralizados pelos microrganismos do solo. Desta forma a matéria orgânica possui compartimentos que apresentam diferentes graus de suscetibilidade à decomposição.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivos quantificar o carbono do solo e a

sua distribuição nas frações mineral e particulada, bem como as frações oxidáveis, em solos sob pastagem, no Estado do Acre, que foram objeto da IX RCC.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 11 perfis de solo classificados conforme Embrapa (2006), localizados no Estado do Acre, ao longo da rodovia BR 364, no percurso que liga os municípios de Rio Branco e Cruzeiro do Sul. Os perfis foram selecionados de modo a representar solos desenvolvidos a partir de materiais da Formação Solimões, que tem sua origem influenciada por sedimentos provenientes da Cordilheira dos Andes. A área de estudo está circunscrita dentro de um quadrante delimitado pelas coordenadas 07°38'48"S e 72°48'00"W e 07°58'48"S e 72°59'24"W; 10°17'24"S e 67°45'36"W; 09°52'48"S e 67°28'48"W.

A região é caracterizada por temperatura média anual de 24,5 °C, clima equatorial quente e úmido, enquadrando-se na classificação de Köppen como Af, e com índice pluviométrico anual de 2000 mm. A vegetação natural predominante é a Floresta Ombrófila aberta com palmeiras e bambus. Todos os perfis estavam localizados em áreas com pastagens (*Brachiaria*).

As amostras foram caracterizadas química e fisicamente segundo Embrapa (1997). Para cada perfil foi realizado o fracionamento granulométrico da matéria orgânica (Cambardella & Elliot, 1992) e estimado o estoque de carbono orgânico total em amostras do horizonte A.

Foi determinado o carbono orgânico total pelo método adaptado de Yeomans & Bremner (1988) e calculado seu estoque pela equação: $Cac = (C \times Ds \times e) / 10$ onde: Cac é o estoque de carbono do solo em Mg ha⁻¹; C é o carbono orgânico total do solo em dag kg⁻¹; Ds é a densidade do solo em t m⁻³; e e a espessura do horizonte em cm. A densidade do solo foi calculada por equação de pedotransferência, segundo Benites et al. (2007): $Ds = 1.56 - (0,0005 \cdot Argila) - (0,01 \cdot C) + (0,0075 \cdot S)$, onde Ds é a densidade do solo, em Mg m⁻³, Argila é o conteúdo de argila em g kg⁻¹, C é o conteúdo de carbono orgânico em g kg⁻¹ e S é a soma de cátions (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺).

Para o fracionamento granulométrico foi pesado 20 g de solo, acondicionado em recipiente de plástico, adicionado 60 ml de hexametáfosfato de sódio (5 g L⁻¹) e agitados durante 15 horas, em agitador horizontal. Posteriormente a suspensão foi passada em peneira de 53 mesh. O material retido pela peneira consistiu do carbono orgânico particulado (COp), que então seco em estufa a 50°C, triturado em almofariz e determinado o teor de C pelo método adaptado de Yeomans & Bremner (1988). O carbono orgânico mineral (COM), associado a fração silte e argila, foi determinado pela diferença entre COT e COp.

Para a avaliação das frações oxidáveis da matéria orgânica, foram utilizados 2 g de TFSA moídas em almofariz e peneiradas em peneiras 60 mesh. O solo foi acondicionado em erlenmeyer e adicionado 10 ml de solução de K₂Cr₂O₇ 0,0167 mol L⁻¹, adicionando-se quantidades de H₂SO₄ correspondentes às concentrações de 3, 6, 9 e 12 mol L⁻¹ e 80 ml de água destilada. Após o resfriamento da solução foram adicionadas 5 gotas do indicador ferroin e feita a titulação do excesso de dicromato com Fe(NH₄)₂(SO₄) 6H₂O 0,5 mol L⁻¹. Foi determinado o carbono orgânico em quatro frações: fração 1: C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido de 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; fração 2: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 6 e 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; fração 3: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 9 e 6 mol L⁻¹ de H₂SO₄; e fração 4: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 12 e 9 mol L⁻¹ de H₂SO₄. Com a determinação do teor de carbono de cada fração, essas foram somadas e determinando-se o valor total de carbono orgânico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos solos apresentou valores de carbono orgânico total em torno de 20 g kg⁻¹ de solo (Figura 1), caracterizando um ambiente de baixo aporte de matéria orgânica. Apesar da cobertura de pastagem, as altas temperaturas e o alto índice pluviométrico aceleram a decomposição da matéria orgânica.

Tabela 1. Valores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp), carbono orgânico mineral (COm) e estoque de carbono orgânico acumulado (Cac) de diferentes classes de solos sob cobertura de pastagens no Acre

Perfil de solo	Horizonte	Espessura m	Argila g kg ⁻¹	COT	COp	COm	Cac Mg ha ⁻¹
					g kg ⁻¹		
AC - P01	Ap	0,35	80	9,26	4,85	4,40	48,01
AC - P02	Ap	0,09	163	22,92	5,17	17,75	25,87
AC - P04	Ap	0,10	183	13,51	0,16	13,35	18,18
AC - P05	A1	0,04	276	31,12	23,45	7,67	15,53
	A2	0,16	297	13,21	4,85	8,35	28,87
AC - P06	Ap	0,06	294	18,37	21,46	3,09	13,84
AC - P07	A	0,25	486	17,04	22,24	5,20	60,84
AC - P08	Ap	0,10	363	24,17	39,08	14,91	32,27
AC - P09	Ap	0,16	291	18,90	11,12	7,78	41,09
AC - P10	Ap	0,05	207	15,18	18,34	3,15	10,16
AC - P11	Ap	0,20	540	20,80	28,10	7,30	52,59

A distribuição do carbono orgânico particulado no horizonte A (Figura 2) mostra dois grupos de solos, com valores em torno de 10 e de 30 g kg⁻¹. Já para o carbono orgânico mineral (Figura 3), associado às frações silte e argila, o predomínio é de valores em torno de 10 g kg⁻¹. Esta distribuição indica que, em geral, a matéria orgânica nos solos estudados no Acre está pouco protegida da ação de fatores que favorecem sua mineralização e transformação, possibilitando a maior degradação da mesma.

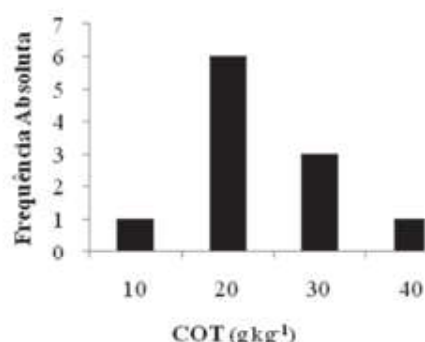


Figura 1. Histograma da distribuição dos valores de carbono orgânico total do horizonte A.

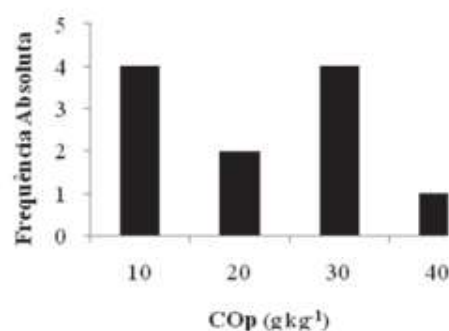


Figura 2. Histograma da distribuição dos valores de carbono orgânico particulado do horizonte A.

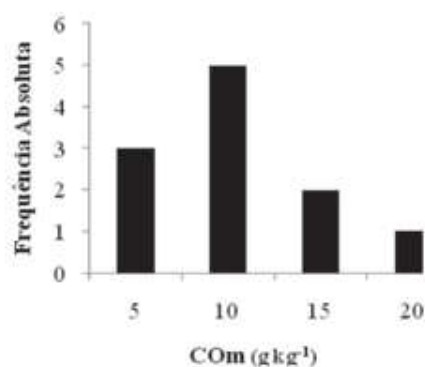


Figura 3. Histograma da distribuição dos valores de carbono mineral do horizonte A.

Não foi encontrada correlação entre aumento de argila e de matéria orgânica nos perfis, deste resultado pode-se inferir que não há um processo eficiente de proteção dos agregados contra a decomposição da matéria orgânica ou que esta matéria orgânica interage de forma diferenciada nas diferentes ordens de solo. Na Tabela 1, observa-se que o Latossolo Amarelo (AC-P02) apresentou maior teor de carbono orgânico mineral (COM), mas não apresentou o maior teor de argila; isto pode estar relacionado ao fato deste solo apresentar alta interação entre as frações mineral e orgânica no interior dos agregados, aprisionando matéria orgânica associada as frações silte e argila.

As classes Luvissoilo (AC-P08) e Vertissolo (AC-P07 e P11) apresentaram os maiores teores de argila em superfície (Tabela 1); dentre estes, o Luvissoilo (AC-P08) mostrou o maior teor de carbono orgânico total (COT) e carbono orgânico particulado (COP). Já o perfil AC-P07 apresentou o maior estoque de carbono (Cac), o que está relacionado à maior espessura do horizonte A (25cm), ao alto teor de argila e a maior densidade estimada.

Os Argissolos apresentaram variação nos teores de carbono na fração particulada (COP), o que pode estar relacionado com o maior teor de areia do horizonte A destes solos.

O Espodossolo Humilúvico (AC-P01) apresentou o menor teor de carbono orgânico total (COT), em função dos elevados teores de areia no horizonte superficial. Tendo em vista a reduzida interação entre esta fração do solo e a matéria orgânica, a baixa superfície específica, a elevada taxa de drenagem, a matéria orgânica associada à fração areia neste solo encontra-se não complexada e constituída predominantemente por resíduos em estágio inicial de decomposição (Roscoe & Machado, 2002). Em contraste, o Espodossolo apresentou o maior estoque de carbono, o que é justificado pela maior espessura do horizonte A (35 cm) entre todos os solos, superestimando o valor do estoque de carbono. Portanto, uma limitação do método.

Os dados referentes a distribuição do COT nas diferentes frações oxidáveis são apresentados na Tabela 2 e os dados referentes aos atributos físicos e químicos dos solos na Tabela 3. Observaram-se diferentes proporções nas frações oxidáveis entre as classes de solo sob pastagem, assim foi possível analisar que apenas as propriedades do solo influenciaram na proporção das frações oxidáveis presentes, já que a matéria orgânica presente apresenta semelhança em sua composição química em decorrência dos perfis estarem sob a mesma cobertura vegetal *Brachiaria Brizantha*. Para o Espodossolo Humilúvico (AC-P01) verificou-se maiores valores nas frações F3 e F4 apresentando frações mais resistentes a decomposição, e ausência da fração F1, o que caracteriza um material de maior labilidade. Provavelmente devido este solo possuir textura arenosa, essa propriedade tenha sido deter-

minante para a ausência desta fração, pois a matéria orgânica presente está mais suscetível a decomposição. Os baixos teores de argila favorecem uma rápida mineralização, permanecendo apenas as frações mais estáveis no solo (F3 e F4).

Tabela 2. Frações oxidáveis de carbono de diferentes classes de solos cultivados com pastagem

Perfil de solo	Horizonte	Espessura m	F1	F2	F3	F4	T
			g kg ⁻¹				
AC - P01	Ap	0,35	0,00	2,25	3,00	3,80	9,00
AC - P02	Ap	0,09	6,00	3,75	2,30	3,00	15,00
AC - P04	Ap	0,10	7,50	1,50	1,50	2,30	12,75
AC - P05	A1	0,04	9,00	21,0	12,00	1,50	43,50
	A2	0,16	3,80	0,75	3,00	0,00	7,50
AC - P06	Ap	0,06	6,00	1,50	10,50	2,30	20,30
AC - P07	A	0,25	7,50	3,00	4,50	0,00	15,00
AC - P08	Ap	0,10	8,30	0,00	3,00	7,50	18,80
AC - P09	Ap	0,16	5,20	1,50	0,80	1,50	9,00
AC - P10	Ap	0,05	6,70	4,50	3,00	3,00	17,20
AC - P11	Ap	0,20	6,00	1,50	3,00	0,00	10,50

F1: C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido de 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F2: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 6 e 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F3: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 9 e 6 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F4: diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido entre 12 e 9 mol L⁻¹ de H₂SO₄; T: soma das frações.

Tabela 3. Atributos físicos e químicos de diferentes classes de solos cultivados com pastagem

Perfil de solo	Horizonte	Areia	Silte	Argila	Ca	Mg	K	Na	Al	H	P
		g kg ⁻¹			cmol _c kg ⁻¹						mg kg ⁻¹
AC - P01	Ap	808	112	80	0,20	0,20	0,02	0,01	0,50	1,60	2,00
AC - P02	Ap	792	45	163	0,70	0,70	0,06	0,02	0,70	3,40	3,00
AC - P04	Ap	384	433	183	0,90	0,80	0,08	0,01	0,90	3,20	2,00
AC - P05	A1	277	447	276	15,10	2,90	0,33	0,04	0,00	3,00	15,00
	A2	268	435	297	9,90	1,60	0,16	0,01	0,00	0,00	4,00
AC - P06	Ap	222	484	294	1,70	2,10	0,42	0,02	2,40	5,60	4,00
AC - P07	A	87	427	486	33,80	4,10	0,11	0,03	0,00	1,40	2,00
AC - P08	Ap	96	541	363	22,80	4,00	0,16	0,06	0,00	3,00	8,00
AC - P09	Ap	440	269	291	15,30	2,40	0,11	0,03	0,10	2,30	3,00
AC - P10	Ap	302	491	207	3,50	1,80	0,21	0,01	0,60	4,90	3,00
AC - P11	Ap	71	389	540	19,00	5,10	0,16	0,06	0,50	4,90	6,00

O Latossolo Amarelo (AC-P02) apresentou maior valor de carbono na fração F1, indicando um maior teor de carbono orgânico mais lábil, de fácil decomposição. Rangel et al. (2008) ressaltam que o carbono lábil pode apresentar variações no aumento ou decréscimo num menor intervalo de tempo do que o carbono orgânico não lábil, sendo assim, um índice importante para avaliar mudanças na matéria orgânica do solo. Para os Argissolos, verificou-se que alguns perfis apresentaram maiores teores de carbono em F1 enquanto outros os maiores teores ocorreram nas frações F2 e F3.

Loss et al. (2009) estudando Argissolos cultivados com diferentes espécies de leguminosas no Estado de Rio de Janeiro, identificaram maior disponibilidade de carbono nas frações mais lábeis e relatam que devido as condições dos ambientes situados na região do trópico úmido de elevadas temperaturas e alta pluviosidade é desejável formas de carbono orgânico mais resistentes a decomposição, para que os nutrientes sejam liberados gradativamente no solo.

Para os perfis AC-P07 e AC-P11, Vertissolos, verificou-se maior participação da fra-

ção em F1 e ausência da fração F4. Para os Luvisolos (AC-P08 e AC-P11) observou-se maior valor da fração em F1. Avaliando as frações de carbono em um Cambissolo Háplico sob pastagem no Estado do Acre Bernini et al (2009) também observaram maiores valores da fração F1.

CONCLUSÕES

Observou-se que a maior parte da matéria orgânica presente nos solos está associada à fração areia, mesmo para solos mais argilosos, podendo-se inferir que a matéria orgânica presente nos solos está em um estado inicial de decomposição.

A distribuição das frações granulométricas e oxidáveis da matéria orgânica indicou que esta se concentrou nas formas mais lábeis, portanto facilmente mineralizadas e transformadas; em especial nas condições de clima tropical no Estado do Acre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENITES, V.M.; MACHADO, P.L. de O.A.; FIDALGO, E.C.; COELHO, M.R.; MADARI, B.E. Pedotransfer function for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. *Geoderma*, 139: 90-97, 2007.
- BERNINI, T.A.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; COUTINHO, F.S.; ZATORRE, N.P.; WADT, P.G.S. Frações granulométricas e oxidáveis da matéria orgânica do solo em sucessão floresta - pastagem no Acre. *Rev. Bras. de Agroecologia*, 4: 4334-4338, 2009.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 777-783, 1992.
- CUNHA et al. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). *Acta Amazonica*, 37: 91-98, 2007.
- EMBRAPA. CNPS. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ed. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.
- FIDALGO, E.C.C. et al. Estoque de carbono nos solos do Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2007. 27p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 121).
- LIMA, A.M.N. et al. Frações da material orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce – MG. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1053-1063, 2008.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; FERREIRA, E.P.; SANTOS, L.L. dos; BEUTLER, S.J.; FERRAZ JÚNIOR, A.S. de L. Frações oxidáveis do carbono orgânico em Argissolo Vermelho Amarelo sob sistema de aleias. *R. Bras. Ci. Solo*, 33: 867-874, 2009.
- MARTINS, E. de L.; CORINGA, J. do E.S.; WEBER, O.L. dos S. Carbono orgânico nas frações granulométricas e substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico – LVAd sob diferentes agrossistemas. *Acta Amazonica*, 39: 665-660, 2009.
- NEVES, C.M.N das; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. *Ciênc. Agrotec.*, 28: 1038-1046, 2004.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; GUIMARÃES, P.T.G.; GUILHERME, L.R.G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 32: 429-437, 2008.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados, MS, Embrapa Agropecuária Oeste, 2002, 88p.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil Science Plant Anal*, 19: 1467-1476, 1988.