

MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA LIVRE E OCLUSA EM AGREGADOS DE UM LATOSSO VERMELHO SOB SISTEMAS DE MANEJO

SALTON, J. C.*; Mielniczuk, J**.; Bayer, C2.; Macedo, M. C.M***.; Guterrez, D.B****.

* Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, salton@cpao.embrapa.br

** Professor, Departamento de Solos, UFRGS, bolsista do CNPq

*** Pesquisador, Embrapa Gado de Corte, bolsista do CNPq

**** Acadêmico, Faculdade de Agronomia, UFRGS

Resumo: A utilização de técnicas de fracionamento da matéria orgânica do solo (MOS) tem possibilitado avanços no entendimento de sua dinâmica e de suas relações com diversos atributos do solo. Propõe-se neste trabalho a utilização de metodologia de fracionamento físico, constituída da utilização conjunta de métodos de separação do solo em classes, quanto ao tamanho de agregados estáveis, e do fracionamento físico granulométrico, resultando na obtenção das frações livre e oclusa da matéria orgânica particulada (MOP) para cada classe dos agregados e para o solo como um todo. Com a utilização deste procedimento avaliaram-se três sistemas de manejo, utilizados durante 11 anos, num Latossolo Vermelho de Mato Grosso do Sul, consistindo de pastagem permanente, lavouras em Plantio Direto e em preparo convencional (gradagens). Verificou-se que tanto a fração livre como a oclusa, ocorrem em maiores quantidades nas camadas superficiais do solo nos sistemas sem revolvimento do solo, enquanto que no sistema com preparo convencional, há incorporação deste material em camadas mais profundas. No sistema com pastagem houve maior homogeneidade na distribuição relativa do C-MOP entre as classes de tamanho dos agregados, com valores em torno de 17 % para cada classe, na camada superficial, enquanto nos outros sistemas de manejo houve concentração nos agregados de menor tamanho, com valores superiores a 35%.

Palavras-chave: fracionamento físico, carbono, plantio direto, pastagem

Introdução: A MOS apresenta elevada heterogeneidade quanto à sua composição, sua dinâmica e funções desempenhadas. Em razão disso, são propostas várias formas de classificá-la, que podem ser baseadas em critérios de localização, composição química ou grau de estabilidade do material orgânico, como relatados em Pilon (2000), Roscoe & Machado (2002), Diekow (2003), entre outros. A divisão da MOS em frações conforme tais classes, tem resultado em avanços no entendimento de sua dinâmica e suas relações no solo. Os métodos de fracionamento podem ser densimétricos ou granulométricos, ou uma combinação de ambos (Roscoe & Machado, 2002) e são utilizados para classificá-la quanto a densidade e/ou seu tamanho. Na separação densimétrica obtém-se as frações leve e pesada. No fracionamento granulométrico, obtém-se a fração grosseira, com material particulado e a associada às partículas minerais do solo. A fração leve pode ainda ser subdividida em forma livre ou oclusa e protegida fisicamente no interior de agregados, resultando nas denominações leve-livre e leve oclusa. A fração leve ou particulada da MOS é a mais sensível às práticas de manejo do solo, alterando-se conforme ocorram variações no aporte de material vegetal ao solo e variações nas taxas de decomposição promovidas por práticas de preparo do solo (Bayer et al., 2004). Este trabalho foi realizado visando maior entendimento da dinâmica e localização da matéria orgânica do solo (MOS) em agregados e camadas do solo, sob diferentes sistemas de manejo. Também teve como objetivo investigar a viabilidade de utilização de método alternativo para realizar o fracionamento da MOS, quantificando as frações livre e oclusa da MOS particulada, utilizando-se de forma conjunta métodos de fracionamento granulométrico e de determinação da estabilidade de agregados do solo. Esses elementos possibilitam quantificar os efeitos dos sistemas de manejo em incorporar C ao solo e a forma de proteção deste C no solo.

Material e métodos: O estudo foi realizado a partir de amostras coletadas em um experimento estabelecido em 1993, implantado sobre um Latossolo Vermelho, localizado na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS. Em 2004, foram coletados monólitos das camadas 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm, sendo que os sistemas de manejo avaliados foram (i) pastagem permanente (*Brachiaria decumbens*) consorciada com leguminosas (*Stylosanthes guianensis*, *S. macrocarpa* e *S. macrocephala* e *Calopogonium mucunoides*), implantada em dezembro de 1993, submetida a pastejo contínuo (PP+L); (ii) lavoura (soja) com preparo convencional do solo (Lav-PC); e (iii) lavoura em plantio direto (soja no verão e sorgo + *B. decumbens* na entressafra) (Lav-PD). Foram quantificados os teores de carbono total no solo (COT), nas frações da MOS: particulada livre (MOP livre), particulada oclusa (MOP oclusa) e associada aos minerais do solo (MOM). Utilizou-se, em conjunto, procedimento para determinação da estabilidade dos agregados e fracionamento granulométrico. O processamento das amostras consistiu do destorroamento manual do monólito, observando os pontos de fraqueza, sendo o volume total da amostra fracionado para transpassar a malha de 9,52mm, sendo excluídos da amostra fragmentos de plantas e outros resíduos como pedras e cascalhos retidos na peneira. De cada amostra foi retirada uma subamostra de 50 g de solo (três repetições), da qual, com auxílio de pinça, lupa e tesoura, foram cuidadosamente retirados todos os fragmentos de raízes e outros materiais orgânicos presentes, constituindo parte da fração MOP livre. A seguir, cada amostra foi processada para determinação da estabilidade de agregados em água, utilizando-se o método descrito por Kemper & Chepil (1965), com alterações propostas por Carpenedo & Mielniczuk (1990) e por Silva & Mielniczuk (1997). De cada classe de agregados foi efetuado o fracionamento da MOS com o cuidado de retirar o material orgânico livre, nas etapas de agitação e peneiramento. De cada classe de agregados, após a quantificação da massa, uma alíquota foi retirada para determinação do teor de COT, depois foi procedido o fracionamento através do método granulométrico descrito por Cambardella & Elliott (1992), consistindo na dispersão dos agregados através da agitação horizontal durante 15 horas em solução de (NaPO₃)_n (0,5%) e posterior peneiramento em malha de 0,053 mm. Da fração particulada (> 0,053 mm) de cada classe de agregados foi determinado o teor de C orgânico e o resultado da soma das respectivas frações representa MOP oclusa da amostra. A subtração do teor de COT em cada classe de agregados e o teor de C-MOP oclusa resulta na MOS associada aos minerais (MOM) de cada classe, cujo somatório resulta no C-MOM da amostra. A Figura 1 apresenta esquematicamente o procedimento para a obtenção das frações oclusa e livre da MOP e da MOM.

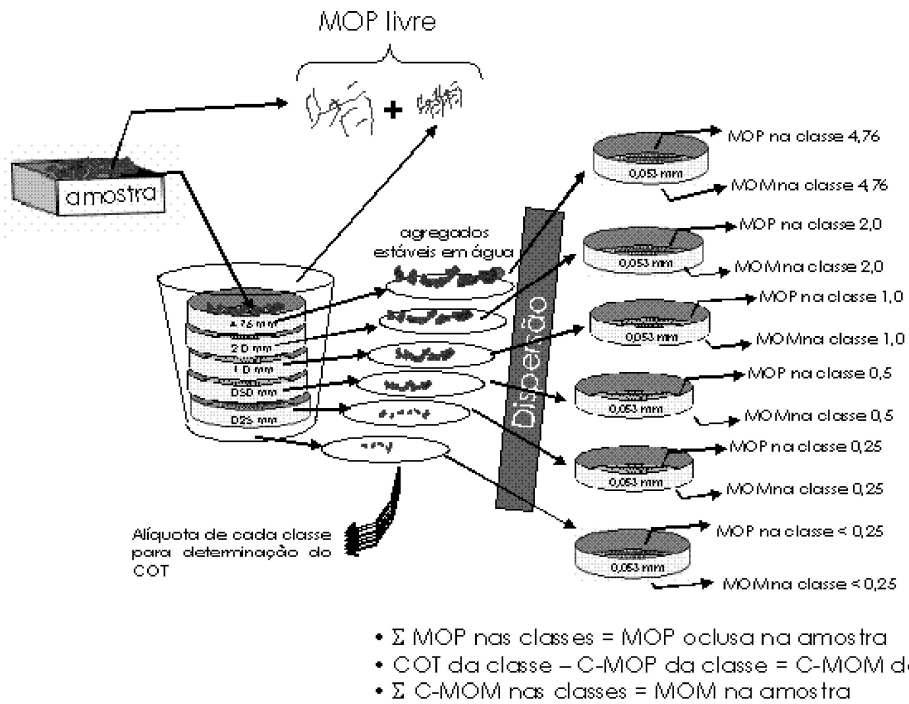


Figura 1 - Esquema demonstrando o procedimento para determinação das frações livre e oclusa da matéria orgânica particulada (MOP) e fração associada aos minerais (MOM), para classes de tamanho de agregados do solo estáveis em água.

Resultados e discussão: Foram quantificadas as frações oclusa e livre da matéria orgânica particulada, cujos resultados demonstram que a MOP, tanto na forma livre, como na oclusa, se concentra de modo expressivo na camada superficial do solo (0 a 5 cm), com exceção do sistema Lav-PC, em que a diferença entre as camadas é menos acentuada. Neste sistema, o C-MOP livre, na camada 0 a 5 cm, é inferior à metade do teor apresentado nos tratamentos sem revolvimento do solo (Lav-PD e PP+L), o que pode ser explicado pela fragmentação e incorporação dos resíduos vegetais, proporcionados pelas operações de preparo do solo (Tabela 1). De modo geral, a MOP livre corresponde à menor parte do COT no solo, variando de ~4 a 6% na camada superficial, enquanto a MOP oclusa ocupa cerca de 26 a 37%.

Considerando apenas a fração particulada da MOS (MOP), nos sistemas PP+L e Lav-PD a distribuição ficou em torno de 18 % para a parte livre e os 82% restante para a parte oclusa. Para o sistema L-PC a proporção foi de 12 e 88%, respectivamente, evidenciando o menor aporte de C ao solo via fração particulada, nas condições deste sistema de manejo.

A maior presença de C-MOP na área com gramíneas, especialmente na camada superficial, confirma resultados da literatura como os apresentados por Franzluebbbers & Stuedemann (2002), que avaliaram a distribuição da MOS nas frações particulada e não particulada em perfis de solo nos EUA, encontrando maiores valores sob pastagens que sob lavouras em preparo conservacionista, e também maior valor na área sob pastejo que na área para fenação. Isso demonstra a importância da pastagem e da presença do animal em aumentar os teores de C no material particulado.

Tabela 1 – Teores de C em frações da matéria orgânica do solo, em três camadas de um LV de Campo Grande (MS), submetido a sistemas de manejo durante 11 anos. (COT= carbono orgânico total, MOM= matéria orgânica associada aos minerais, MOP= matéria orgânica particulada, PP+L = Pastagem permanente de *Brachiaria decumbens* consorciada com leguminosas; Lav-PC = lavoura de soja com preparo convencional do solo; Lav-PD = lavoura em plantio direto com soja no verão e sorgo + *B. decumbens* na entressafra).

Sistema de manejo	Profundidade	COT	C-MOM	C-MOP oclusa	C-MOP livre
	--- cm ---				
PP+L	0 a 5	30,16	20,90	7,88	1,38
	5 a 10	21,08	16,35	4,23	0,50
	10 a 20	18,29	14,95	2,86	0,48
Lav -PD	0 a 5	24,50	13,93	8,98	1,59
	5 a 10	18,45	13,60	4,33	0,52
	10 a 20	15,58	11,87	3,21	0,50
Lav - PC	0 a 5	18,01	11,97	5,38	0,66
	5 a 10	16,99	11,58	4,78	0,63
	10 a 20	15,48	10,82	4,12	0,54

A Tabela 2 apresenta a concentração de C na MOP oclusa, em agregados estáveis, agrupados em seis classes de tamanho, na qual se observa distribuição diferenciada entre as camadas e os sistemas de manejo. Os agregados da camada 0 a 5 cm são mais ricos em C-MOP que os agregados da camada 5 a 10 cm, e estes com mais C-MOP que os agregados da camada 10 a 20 cm, sendo que esta ordem foi verificada para todos os sistemas de manejo. Verificou-se, também, que os agregados dos sistemas PP+L e Lav-PD apresentam, na camada 0 a 5 cm, maiores teores de C-MOP que o sistema Lav-PC. Quanto à distribuição do C-MOP oclusa, nas classes de tamanho dos agregados do solo, as diferenças entre os sistemas de manejo foram acentuadas, pois enquanto no PP+L cerca de 18% do total está contido em agregados com tamanho > 4,76 mm, no sistema Lav-PD apresenta 12% e no sistema Lav-PC apenas 5%. Desta forma, nos sistemas Lav-PD e Lav-PC o C-MOP está concentrado (~35%) em agregados pequenos, com tamanho inferior a 0,25 mm.

Conclusões: A utilização da metodologia proposta para classificar a MOP em frações livre e oclusa, mostrou-se eficiente, podendo ser utilizada como alternativa ao método densimétrico. A presença de pastagem com gramíneas, devido ao sistema radicular denso e vigoroso, promove uma distribuição equitativa do C-MOP em todas as classes de agregados, enquanto nos sistemas com lavouras o C está concentrado apenas nos agregados de menor tamanho. A formação de agregados estáveis de maior tamanho proporciona a oclusão e proteção física de C-MOP, possibilitando a transformação da MOS para formas mais estáveis e conferindo melhorias à estrutura do solo.

Tabela 2 – Teor de carbono da matéria orgânica particulada presente em agregados estáveis, agrupados em classes de tamanho, em três camadas de um LV, submetido a diferentes sistemas de manejo durante 11 anos. Os valores entre parênteses representam o percentual de C-MOP oclusa total presente na referida classe para cada camada. (PP+L = Pastagem permanente de *Brachiaria decumbens* consorciada com leguminosas; Lav-PC = lavoura de soja com preparo convencional do solo; Lav-PD = lavoura em plantio direto com soja no verão e sorgo + *B. decumbens* na entressafra).

Sistema de manejo	Camada	Classe de tamanho de agregados estáveis					
		----- mm -----					
	- cm -	> 4,76	2 a 4,76	1 a 2	0,5 a 1	0,25 a 0,5	< 0,25
		----- g kg ⁻¹ -----					
PP+L	0 a 5	5,28 (18%)	8,61 (14%)	12,66 (20%)	8,25 (13%)	6,53 (17%)	9,41 (19%)
	5 a 10	3,55 (23%)	4,48 (15%)	5,13 (13%)	5,35 (17%)	2,91 (13%)	5,19 (21%)
	10 a 20	2,57 (15%)	2,75 (12%)	2,98 (9%)	3,19 (22%)	2,49 (22%)	3,29 (27%)
Lav-PD	0 a 5	7,94 (8%)	7,69 (5%)	10,39 (6%)	11,58 (24%)	7,05 (24%)	9,85 (37%)
	5 a 10	4,56 (14%)	5,05 (11%)	6,84 (10%)	4,68 (24%)	3,46 (24%)	4,20 (27%)
	10 a 20	2,86 (13%)	4,71 (14%)	4,32 (9%)	3,82 (22%)	2,25 (22%)	3,44 (31%)
Lav-PC	0 a 5	5,98 (3%)	5,41 (7%)	7,69 (7%)	6,42 (33%)	4,71 (33%)	5,39 (38%)
	5 a 10	4,60 (5%)	5,28 (8%)	5,06 (6%)	5,76 (35%)	4,01 (35%)	5,35 (30%)
	10 a 20	3,80 (6%)	3,69 (7%)	5,72 (8%)	5,37 (31%)	3,46 (31%)	4,40 (37%)

Agradecimentos: Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação Agrisus.

Referências bibliográficas:

Bayer, C.; Martin-Neto, L.; Mielniczuk, J. & Pavinato, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:677-683, 2004.

CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter change across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56: 777-783, 1992.

Carpenedo, V. & Mielniczuk, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:99-105, 1990.

DIEKOW, J. Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto. 2003. 164 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.

Franzluebbers, A.J. & Stuedemann, J. A.; Particulate and non-particulate fractions of soil organic carbon under pastures in the Southern Piedmont USA. *Environ. Pollution*, 116:S53-S62, 2002.

Kemper, W.D. & Chepil, W. S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A. (Ed). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.

PILLON, C.N. Alteração no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo induzidas por sistemas de culturas em plantio direto. 2000. 232 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.

Roscoe, R. & Machado, P.L.O.A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 86p.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *R. Bras. Ci. Solo*, 21: 313-319, 1997