



## Efeito do manejo do solo sob os compartimentos físicos e humificação da matéria orgânica de um Planossolo Háplico

Santos, D. C.<sup>1</sup>; Kunde, R. J.<sup>1</sup>; Lima, C. L. R.<sup>1</sup>; Leal, O. A.<sup>1</sup>; Santos, C. H.<sup>2</sup>; Milori, D. M. B. P.<sup>3</sup>;  
Pillon, C.N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, e-mail: [santos.daianec@gmail.com](mailto:santos.daianec@gmail.com), Apresentador, [roberta\\_kunde@hotmail.com](mailto:roberta_kunde@hotmail.com), [clrlima@yahoo.com.br](mailto:clrlima@yahoo.com.br), [oleal@ibest.com.br](mailto:oleal@ibest.com.br).

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, e-mail: [cleber@cnpdia.embrapa.br](mailto:cleber@cnpdia.embrapa.br).

<sup>3</sup>Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, e-mail: [debora@cnpdia.embrapa.br](mailto:debora@cnpdia.embrapa.br).

<sup>4</sup>Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, e-mail: [pillon@cpact.embrapa.br](mailto:pillon@cpact.embrapa.br).

### Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o estoque de carbono e nitrogênio no solo, carbono nas frações físicas da MO e a humificação em um Planossolo Háplico sob preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Foram efetuadas amostragens em duas camadas (0,000–0,025m e de 0,025–0,075m), como referência amostrou-se uma área de campo nativo(CN). Foi determinado o carbono orgânico total do solo (COT) e nitrogênio total (NT) do solo e realizado o fracionamento físico granulométrico e densimétrico. Concluiu-se que o PD sob azevém + cornichão e rotação soja/milho/sorgo aumenta os estoques de carbono da fração grosseira (CFG) e carbono da fração leve livre (FLL) em comparação ao PC, sendo este efeito restrito à camada superficial. O CFG e a FLL foram mais sensíveis do que o COT às alterações no manejo do solo. Em quatro anos de implantação do experimento, os sistemas de manejo não tiveram efeito no estoque de carbono associado aos minerais (CAM) e a fração pesada (FP). Sob PC as amostras de solo apresentaram matéria orgânica mais humificada quando comparado com o PD e com o CN.

### Introdução

No Rio Grande do Sul, as áreas de várzea representam 20% da superfície do estado, deste percentual, aproximadamente 35% são representados pelos Planossolos, concentrando-se, principalmente, na metade sul do estado. Estes solos apresentam uma característica bastante peculiar, o hidromorfismo, que é motivada pelo relevo predominantemente plano, associado à presença de um horizonte B de textura argilosa que impermeabiliza o solo, impedindo a infiltração da água.

Estes solos apresentam limitações naturais, que são intensificadas pelo cultivo e pelo tráfego de máquinas agrícolas, sistemas de manejo inadequados nestas áreas, têm alterado a densidade, porosidade, agregação do solo e o estoque de matéria orgânica (MO).

Estudos recentes têm demonstrado que determinados compartimentos da MO são capazes de detectar, mais rapidamente, as mudanças nos estoques de carbono (C) no solo associadas ao manejo. As reduções nestes compartimentos são, de modo geral, maiores que as observadas, quando se considera apenas o estoque total de C do solo (Pinheiro et al., 2004). Desta forma, o fracionamento físico da MO possibilita em curto prazo correções nas estratégias de uso e manejo a serem adotadas.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estoque de carbono e nitrogênio no solo, carbono nas frações físicas da MO e a humificação em um Planossolo Háplico sob preparo convencional e plantio direto.

### **Material e Métodos**

O presente estudo foi realizado na Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, em um Planossolo Háplico (Santos et al., 2006) de textura superficial franco (370g kg<sup>-1</sup> de silte, 460g kg<sup>-1</sup> de areia e 170g kg<sup>-1</sup> de argila).

Anteriormente a instalação do experimento, a área tradicionalmente cultivada com arroz irrigado, estava sendo cultivada com sorgo para pastejo há dois anos. Na implantação do experimento, o solo foi revolvido com grade aradora (preparo primário) e grade niveladora (preparo secundário). No primeiro ano, a cultura de arroz irrigado foi utilizada para uniformizar o solo da área experimental, seguido de pousio invernal.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas divididas (três repetições), composto por cinco sistemas de cultura e dois sistemas de preparo de solo (plantio direto - PD e preparo convencional - PC). Os sistemas de cultura estão dispostos em parcelas (34 x 34 m) e os sistemas de preparo de solo em subparcelas de 17 x 34 m.

Para o estudo da MO, foi escolhido apenas o sistema de cultura que contempla azevém (*Lolium multiflorum Lam*) + cornichão (*Lotus corniculatus*), como culturas de cobertura no inverno e rotação soja (*Glycine Max L.*)/milho (*Zea mays L.*)/sorgo (*Sorghum vulgare*) no verão sob preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Como referência, amostrou-se uma área sob campo nativo (CN).

A área experimental foi implantada em 2003. Em novembro de 2007, foram efetuadas as amostragens em duas camadas (0,000–0,025m e de 0,025–0,075m). Sendo coletadas amostras de solo com estrutura preservada e não-preservada para as análises de densidade do solo e fracionamento da matéria orgânica, respectivamente.

As amostras deformadas foram espalhadas em bandejas para secagem a sombra até atingirem a umidade correspondente ao ponto de friabilidade, sendo, em seguida, destorroadas manualmente de forma suave para não provocar compactação ou ruptura dos agregados. Posteriormente, as amostras de solo foram peneiradas em malha de 8,00mm de diâmetro e divididas em duas partes, a primeira foi macerada em almofariz de ágata para a determinação de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), e a outra foi destinada ao fracionamento físico granulométrico e densimétrico.



O fracionamento físico granulométrico foi realizado conforme Cambardella e Elliott (1992) e o densimétrico conforme Conceição et al. (2008), utilizando-se uma solução de politungstato de sódio de  $2,0\text{Mg m}^{-3}$ . A energia de dispersão por ultra-som foi de  $352\text{J mL}^{-1}$ , as quais foram determinadas previamente para obtenção total do solo em partículas primárias.

Os teores de COT e de NT presentes na massa de solo, o carbono da fração grosseira (CFG), a fração leve livre (FLL) e a fração leve oclusa (FLO) foram quantificados por oxidação a seco em um analisador elementar da marca LECO, a fração pesada (FP) foi obtida pela diferença entre a FLL adicionada a FLO. A quantificação do estoque foi estabelecida pelo produto de carbono e de nitrogênio, pela massa considerando a densidade e o volume de cada camada de solo.

A avaliação do grau de humificação da MO do solo foi realizada através da espectroscopia de Fluorescência Induzida por Laser (FIL) conforme descrito em Milori et al. (2006).

Para avaliar os resultados obtidos, foi efetuada a análise de variância e comparados pelo teste t e diferença mínima significativa a 5%, com o auxílio do software SAS.

## Resultados e discussão

Analisando os resultados obtidos da Tabela 1, os sistemas PC e PD apresentaram reduções nos estoques, quando comparado com os valores absolutos do CN, exceção para FP na camada superficial e na camada de 0,025 – 0,075m para a FLL. Os maiores estoques observados no CN pode ser explicado pela não utilização agrícola deste sistema, havendo uma maior estabilização, com um equilíbrio entre as taxas médias de adição de C no solo e as taxas de decomposição do resíduo orgânico (Amado et al., 2006). Wendling et al. (2005) observaram em um Latossolo que o cultivo do solo natural por culturas anuais reduziu o estoque de COT em decorrência do revolvimento do solo que favoreceu a oxidação da MO.

Na mesma área deste estudo, Cruz (2009) verificou que comparativamente ao CN, o cultivo intensivo a que foi submetida à área experimental anteriormente à instalação do experimento, promoveu redução de  $4,6\text{ Mg ha}^{-1}$  no estoque de COT, possivelmente em decorrência do preparo do solo sobre o aumento da taxa de decomposição da MOS.

Não foi observada diferença significativa entre os estoques de COT e de NT nos sistemas PC e PD, possivelmente em função do curto período de tempo de implantação da área experimental (cinco anos). Similarmente, Carneiro et al. (2009), trabalhando em um Latossolo Vermelho, não encontraram diferenças significativas nos estoques de COT entre os sistemas PD e PC, até a profundidade de 0,10 m, atribuindo ao fato de que no sistema convencional de preparo não havia mobilização constante, o que contribuiu em parte para uma maior preservação da palha sobre o solo entre uma cultura e outra, favorecendo assim acúmulo de COT.

No entanto, houve maior sensibilidade do estoque de CFG e FLL, as alterações do manejo em comparação ao estoque de COT na camada superficial (0,000 – 0,025m) (Tabela 1). Conforme verificado por outros autores (Pinheiro et al., 2004; Conceição, 2006), estes resultados demonstram

que o estoque de CFG e FLL constituem indicadores sensíveis à qualidade dos sistemas de manejo, possibilitando verificar o efeito em curto prazo.

**Tabela 1.** Estoque de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), relação carbono/nitrogênio (C/N), carbono da fração grosseira (CFG), carbono associado aos minerais (CAM), carbono da fração leve livre (FLL), carbono da fração leve oclusa (FLO) e carbono da fração pesada (FP) de um Planossolo Háplico sob sistemas de manejo e camadas.

Sistemas*	COT	NT	CFG	CAM	FLL	FLO	FP
	----- Mg ha <sup>-1</sup> -----		----- Mg ha <sup>-1</sup> -----				
				0,000 – 0,025 m			
PC	5,93 a	0,33 a	1,64 b	4,29 a	0,88 b	1,41 a	3,65 a
PD	6,57 a	0,38 a	2,06 a	4,51 a	1,06 a	1,38 a	4,12 a
CN	7,72	0,54	2,47	5,08	2,04	2,62	3,06
				0,025 – 0,075 m			
PC	11,12 a	0,60 a	2,13 a	9,00 a	0,90 a	2,42 a	7,81 a
PD	10,25 a	0,48 a	2,32 a	7,94 a	0,91 a	1,64 b	7,71 a
CN	12,23	0,83	3,26	8,97	0,70	3,23	8,29
				0,000 – 0,75 m**			
PC	17,06 a	0,93 a	3,77 a	13,29 a	1,77 a	3,83 a	11,45 a
PD	16,82 a	0,86 a	4,37 a	12,46 a	1,97 a	3,03 b	11,82 a
CN	19,94	1,37	5,73	14,21	2,74	5,85	11,36

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna em cada camada não diferem entre si pelo teste t que considera diferença mínima significativa a 5%.

\*PC – preparo convencional; PD – plantio direto e CN - campo nativo.

\*\*Valores obtidos pela soma das duas camadas amostradas.

O efeito positivo no PD, sobre o CFG e a FLL, em relação ao PC, pode estar relacionado à maior adição e manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, em adição à diminuição da atividade microbiana pela redução da temperatura do solo e menor aeração. Estando a camada superficial mais sujeita as variações de umidade e temperatura, especialmente na ausência de cobertura do solo, como ocorre em PC, essas condições mais oxidativas existentes neste sistema, associado ao aumento do fracionamento e contato com os resíduos vegetais com o solo devido a incorporação, favorecem o processo de decomposição da MO resultando em menores estoques comparativamente ao solo em PD (Conceição, 2006).

Entre as camadas estudadas, não houve diferença significativa para os estoques de CAM e FP entre os sistemas de manejo do solo (Tabela 1). Conforme constatado em outros trabalhos (Bayer et al. 2004; Potes, 2009), o CAM e a FP, são os menos afetados pelo manejo e uso do solo em curto período de tempo, por apresentarem material altamente decomposto e, estabilizado principalmente por interações com partículas minerais, conseqüentemente, esta fração apresenta uma taxa de decomposição muito lenta (Bayer et al. 2004).

As amostras de solo submetido ao PC apresentaram maior humificação ( $H_{FIL} = 17984,76$ ) (Tabela 2). A decomposição preferencial e acelerada das porções mais lábeis da MO é induzida neste sistema de preparo em função do intenso revolvimento, resultando assim num incremento relativo de



estruturas recalcitrantes. Por outro lado, no sistema PD ocorre à preservação de estruturas mais lábeis (Milori et al.2002).

**Tabela 2.** Índice do grau de humificação ( $H_{FIL}$ ) da matéria orgânica de um Planossolo Háptico, sob sistemas de manejo na camada de 0,000 a 0,025m.

Sistemas*	$H_{FIL}$
PC	17984,76
PD	15638,31
CN	12775,41

\*PC – preparo convencional; PD – plantio direto e CN - campo nativo.

Similar a este estudo, Milori et al. (2005) e Favoretto et al. (2008) encontraram menor humificação da MO nos solos sob PD em comparação ao PC, evidenciando que o revolvimento do solo quebra os agregados e expõe a MO a decomposição.

### Conclusões

O plantio direto sob azevém + cornichão e rotação soja/milho/sorgo aumenta os estoques de carbono da fração grosseira e carbono da fração leve livre em comparação ao preparo convencional, sendo este efeito restrito à camada superficial.

O acúmulo de carbono no solo em plantio direto ocorre preferencialmente na fração grosseira e na fração leve livre, as quais são mais sensíveis do que o carbono orgânico total às alterações no manejo do solo.

Em curto período de tempo (quatro anos), os sistemas de manejo não tiveram efeito no estoque de carbono associado aos minerais e na fração pesada.

Através da Fluorescência Induzida por Laser, sob preparo convencional as amostras de solo apresentaram matéria orgânica mais humificada quando comparado com o plantio direto e com o campo nativo.

### Literatura Citada

AMADO, T.J.C. et al. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in southern Brazil. *Journal of Environmental Quality*, v.35, p.1599-1607, 2006.

BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um latossolo vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.677-683, 2004.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, v.56. p.777-783, 1992.

CARNEIRO, C. E. A. et al. Efeitos dos sistemas de manejo sobre o carbono orgânico total e carbono residual de um Latossolo Vermelho eutroférico. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, p. 5-10, 2009.

- CONCEIÇÃO, P. C. Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil. 2006. 113f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CONCEIÇÃO, P.C. et al. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.541-549, 2008.
- CRUZ, L. E. C. Dinâmica da decomposição de resíduos culturais em sistemas rotacionados de manejo em um Planossolo Háplico do sul do Brasil. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- FAVORETTO, C.M. et al. Determinação da humificação da matéria orgânica de um Latossolo e de suas frações organo-minerais. *Química Nova*, v.31, p.1994-1996, 2008.
- MILORI, D. M. B. P. et al. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. *Soil Science*, Baltimore, v. 167, p. 739-749, 2002.
- MILORI, D.M.B.P. et al. Organic Matter Study of Whole Soil Samples Using Laser-Induced Fluorescence Spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, n.70, p.57-62, 2005.
- MILORI, D.M.B.P. et al. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, v.70, p.57-63, 2006.
- PINHEIRO, E.F.M. et al. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ), *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.731-737, 2004.
- POTES, M. L. Matéria orgânica e sua distribuição em compartimentos físicos em Neossolo Litólico sob pastagem e mata nativa nos campos de Cima da Serra Rio Grande do Sul. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SANTOS, H. G. et al. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- WENDLING, B. et al. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.487-494, 2005.