

ISSN 1981-5980

Setembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento*

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 116***

**Estudo da Matéria Orgânica  
em um Planossolo Háplico  
submetido a diferentes  
sistemas de manejo**

*Marla de Oliveira Farias  
Cláudia Liane Rodrigues de Lima  
Daiane Carvalho dos Santos  
Roberta Jeske Kunde  
Clenio Nailto Pillon*

Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade  
Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Suplentes: Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Heberlé  
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas  
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira  
Editoração eletrônica e capa: Manuela Doerr (estagiária)  
Foto da capa: Cláudia Lima

1ª edição  
1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados  
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Estudo da matéria orgânica em um planossolo háplico submetidos a diferentes sistemas de manejo [recurso eletrônico] / Marla de Oliveira Farias ... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
33 - p. : il. ; 21 cm . -- (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1981-5980 ; 116)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/online/boletim.php>>  
Título da página Web (acesso em 30 ago. 2010)

1. Solos – Teor de compostos orgânicos. 2. Substâncias húmicas. 3. Plantas e solo. I. Farias, Marla de Oliveira. II. Título. III. Série.

---

© Embrapa 2010

CDD 631.417

## Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões .....	27
Referências .....	28

# Estudo da Matéria Orgânica em um Planossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo

---

*Marla de Oliveira Farias<sup>1</sup>*

*Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>2</sup>*

*Daiane Carvalho dos Santos<sup>3</sup>*

*Roberta Jeske Kunde<sup>4</sup>*

*Clenio Nailto Pillon<sup>5</sup>*

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o carbono e nitrogênio total do solo e o carbono nas frações húmicas de um Planossolo Háplico sob diferentes sistemas de manejo. Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0,000 a 0,025 m, peneiradas e separadas em solo inteiro (solo passado em peneira de malha de 2,00 mm de diâmetro) e macroagregados (solo retido entre as peneiras de malhas de 8,00 – 0,25 mm de diâmetros). Os tratamentos avaliados foram PD = plantio direto e PC = preparo convencional, compostos pelo sistema de cultivo azevém + cornichão (inverno) e rotação soja/milho/sorgo (verão) e uma área de referência sob campo nativo (CN). As amostras de solo foram submetidas ao fracionamento químico, com base na solubilidade em meio ácido e alcalino, para obtenção das frações húmicas da matéria orgânica. Foram determinados os teores e os estoques de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio total (NT) e os teores e estoques de carbono nas substâncias húmicas. O uso agrícola provoca redução no carbono orgânico total e nas frações húmicas da matéria orgânica de Planossolo Háplico, tanto no solo inteiro como nos macroagregados, independente do sistema de manejo; nos macroagregados deste solo são

<sup>1</sup>Eng. Agrôn., doutoranda da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, marla\_farias@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Eng. Agríc. Doutora, professora do Departamento de Solos da UFPel, Pelotas, RS, clrlima@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Bióloga, doutoranda da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, santos.daiane@gmail.com

<sup>4</sup>Estudante, Química Ambiental Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, RS, roberta\_kunde@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrôn. Doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, pillon@cpact.embrapa.br

encontradas as maiores proporções da fração mais estável da matéria orgânica (humina) do solo.

Termos para indexação: substâncias húmidas, sistemas de uso, solo de várzea.

# **Study of Organic Matter of a Typic Albaqualf submitted to different management systems**

---

## **ABSTRACT**

This objective of this work was evaluate the soil carbon and total nitrogen and the carbon in the humic fractions of a Typic Albaqualf under different management systems. Soil samples were taken from 0,000 to 0,025 m depth, and separated in different soil diameters. The evaluated treatments were: PD = no tillage and PC = conventional system, composed by cultivation of ryegrass + birdsfoot trefoil (winter) crop association and soy/corn/sorghum (summer) rotation and native pasture (CN). Soil samples were submitted to chemical fractionation, with base on the solubility in acid and alkaline media for obtaining of humic fractions of organic matter. The total organic carbon (COT), total nitrogen (NT) and stocks of carbon in the humic substances were evaluated. The agricultural use reduced the total organic carbon and the humic fractions of organic matter of the Typic Albaqualf, soth in the whole soil and in the macroaggregates. In the soil macroaggregates were observed the largest proporcions of the stable fraction of the soil organic matter (humin).

Index terms: humic substances, management uses, wetland.

## INTRODUÇÃO

A matéria orgânica é considerada um componente da qualidade do solo, pois consiste em um fator importante na manutenção da fertilidade e sustentabilidade dos agroecossistemas (REEVES, 1997). Sua relevância é justificada por atuar em processos que ocorrem no solo como: ciclagem de nutrientes, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos, formação e estabilização de agregados, infiltração e retenção de água, aeração, atividade e diversidade microbiana, e desta forma, sendo fundamental na capacidade produtiva do solo (STEVENSON, 1994).

Em sistemas naturais o conteúdo de matéria orgânica é controlado pelos fatores de formação do solo (clima, material de origem, relevo, atividade biológica e tempo) e pela ação antrópica. Com o cultivo, geralmente ocorre alteração do equilíbrio dinâmico no solo onde as condições para oxidação da matéria orgânica são favorecidas e um novo estado de equilíbrio é atingido.

Mudanças na matéria orgânica são observadas quando o uso do solo é alterado, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, principalmente no que se refere a sistemas de cultivo intensivo, com preparo convencional, onde a matéria orgânica fica exposta aos agentes da decomposição (oxigênio, temperatura, micro-organismos).

Buscando minimizar esses efeitos, a adoção de sistemas conservacionistas de manejo, com redução da mobilização, manutenção da cobertura vegetal e rotação de culturas, tem evoluído significativamente no Brasil. No Rio Grande do Sul, o plantio direto vem sendo adotado em substituição ao preparo convencional, pois, o não revolvimento do solo a cada cultivo propicia controle da erosão, maior disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas

e contribui para a diminuição da taxa de decomposição da matéria orgânica do solo. Também são recomendados sistemas de manejo com ênfase na rotação de culturas, visando, entre outras vantagens, o maior aporte de resíduos vegetais ao solo.

Na metade sul do RS, o sistema de produção de arroz irrigado, com área de 950 mil hectares (CONAB, 2009) é cultivado em solos com algum grau de dificuldade de drenagem interna, o que propicia, em parte do ano, condições de anaerobiose, especialmente em áreas de relevo mais plano. Nesta região, a produção animal extensiva, em especial de bovinos, tanto em áreas de terras altas como em áreas de terras baixas, está integrada à produção de arroz irrigado. Escassos são os estudos que avaliam os impactos dessas atividades sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo e suas frações, principalmente no ambiente de terras baixas.

As alterações provocadas na matéria orgânica do solo pelo manejo inadequado e/ou a efetividade do processo de recuperação de áreas degradadas por meio da utilização de sistemas conservacionistas podem ser quantificadas através do fracionamento químico que, em geral, é utilizado para avaliar os teores de C nas diferentes frações húmicas do solo. As substâncias húmicas (humina, ácido húmico e ácido fúlvico) representam mais de 80% do carbono presente no solo e são diferenciadas pela cor, massa molecular, presença de grupos funcionais (carboxílicos, fenólicos, etc.) e grau de polimerização.

As substâncias húmicas são consideradas o estágio final da evolução dos compostos de C no solo (STEVENSON, 1994) e o seu conhecimento pode ser fundamental para compreender os processos que regulam ou determinam as propriedades do solo.

Neste contexto, o presente trabalho objetiva avaliar o carbono e nitrogênio total do solo e o carbono nas frações húmicas de um Planossolo Háplico sob diferentes sistemas de manejo.



## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Cima Temperado, localizada no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul, em um experimento implantado em 2003. A região possui clima temperado úmido, com uma precipitação pluviométrica anual média de 1.366,9 mm e temperatura média de 17,8°C, média dos últimos 30 anos.

O experimento encontra-se localizado próximo do ponto de coordenadas geográficas 31° 49' 00'' de latitude S e 52° 27' 00'' de longitude W de Greenwich (Figura 1).

O solo foi classificado como um Planossolo Háplico de textura superficial franca (SANTOS et al., 2006), com quantidades de 170 g kg<sup>-1</sup> de argila, 370 g kg<sup>-1</sup> de silte e 460 g kg<sup>-1</sup> de areia na camada 0,000-0,275 m. Na fase inicial do experimento o solo apresentava pH<sub>H2O</sub> = 6,0; MO = 20 g kg<sup>-1</sup>; K = 42 mg dm<sup>-3</sup>; P = 17,9 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,6 cmolc dm<sup>-3</sup> e Mg = 2,0 cmolc dm<sup>-3</sup>.



Figura 1- Vista aérea da área experimental localizada no Município de Capão do Leão - RS, sede da Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado. Fonte: Google Earth (2009).

Anteriormente à implantação do experimento a área, que fora tradicionalmente cultivada com arroz irrigado, foi cultivada por dois anos consecutivos com sorgo forrageiro. 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 em toda a área experimental, seguida de pousio invernal.

A área experimental é composta por um sistema de cultivo e dois sistemas de preparo do solo (plantio direto – PD e preparo convencional – PC). O sistema de cultivo está disposto em parcelas de 1.156 m<sup>2</sup> (34 x 34 m) e os sistemas de preparo do solo estão dispostos em subparcelas de 578 m<sup>2</sup> (17 x 34 m), em um delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições.

O sistema de cultivo contempla culturas de interesse comercial no verão, alternativas ao arroz irrigado, e culturas de cobertura no inverno (Tabela 1).

Como referência, amostrou-se uma área sob campo nativo (CN), adjacente ao experimento, cujo tipo de solo, relevo e demais características são considerados representativos da condição original da área experimental, anterior ao seu uso agrícola.

O manejo de adubação adotado para o sistema de PD e PC foi sempre baseado na recomendação de adubação de manutenção para as culturas de verão com N, P e K, utilizando-se fontes minerais de uréia, superfosfato triplo e KCl, e de cobertura com N, somente para o milho, sorgo e arroz irrigado. No sistema PC, o manejo do solo foi o tradicionalmente usado na região de terras baixas, grade aradora seguida de grade niveladora. A semeadura das culturas de verão foi realizada com auxílio de máquina semeadora em linha e as culturas de cobertura de inverno semeadas a lanço, para os dois sistemas de preparo (PD e PC).

Tabela 1. Sequência de cultivos implantados no período de 2003 a 2007. Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão – RS, 2010.

Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4	
2003	2004	2004	2005	2005	2006	2006	2007
verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno
A	P	S	Az + C	M	Az + C	Sr	Az + C

A – arroz (*Oryza sativa*); P – pousio; S – soja (*Glycine max* L.); Az - azevém (*Lolium multiflorum* Lam.); C – cornichão (*Lotus corniculatus*); M – milho (*Zea mays* L.); Sr – sorgo (*Sorghum vulgare*).

Amostras de solo com estrutura não preservada foram coletadas em 2007 na profundidade de 0,000 a 0,025 m em três trincheiras.

Estas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e levadas ao laboratório de Física do Solo da Embrapa Clima Temperado.

As amostras foram secas ao ar por aproximadamente 72 horas, posteriormente peneiradas e separadas em: solo inteiro (solo passado em peneira de malha de 2,00 mm de diâmetro, sendo que o que não passa por esta peneira não é considerado solo) e macroagregados (solo retido entre as peneiras de malhas de 8,00 mm e 0,25 mm de diâmetro), sendo após moídas em gral de ágata para análises posteriores.

O carbono orgânico total do solo (COT) e o nitrogênio total (NT) das amostras de solo foram quantificados por oxidação a seco, em analisador elementar TruSpec da Leco, sendo os estoques de COT e NT calculados conforme as equações 1 e 2.

$$E_{\text{COT}} = (\text{COT} \times 1.0000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \times \text{esp.} \times \text{dens.}) / 1.000 \quad (1)$$

$$E_{\text{NT}} = (\text{NT} \times 1.0000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \times \text{esp.} \times \text{dens.}) / 1.000 \quad (2)$$

Onde:

$E_{COT}$ ,  $E_{NT}$  = estoques de carbono orgânico total e estoque de nitrogênio total, respectivamente ( $Mg\ ha^{-1}$ );

COT, NT = concentração de carbono orgânico e de nitrogênio orgânico, respectivamente ( $g\ kg^{-1}$ );

esp. = espessura da camada (m);

dens. = densidade do solo ( $Mg\ m^{-3}$ ).

Para o cálculo do COT e NT nos macroagregados, levou-se em consideração os agregados retidos entre as peneiras 8,00 mm e 0,25 mm ( $g\ kg^{-1}$  de solo), sendo feita a correção dos estoques, conforme expressão 3.

$$COT_{MAC} \text{ ou } NT_{MAC} = (C \text{ ou } N \times \text{macroagregados}) / 1000 \text{ g de solo} \quad (3)$$

Onde:

$COT_{MAC}$  ou  $NT_{MAC}$  = Carbono orgânico total ou nitrogênio total nos macroagregados ( $g\ kg^{-1}$ );

C ou N = Teor de C ou N obtido no analisador elementar ( $g\ kg^{-1}$ );

Macroagregados = [(massa de solo retido entre as peneiras 8,00 mm e 0,25 mm x 100) / massa total de solo em gramas] x 10; ( $g\ kg^{-1}$ ).

Foi realizado nas amostras de solo o fracionamento químico da matéria orgânica do solo, com base na solubilidade em meio ácido/alcalino, para a extração das substâncias húmicas: ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HU), conforme Dick et al. (1998).

O teor de carbono nas frações da matéria orgânica (AF, AH e HU) foi quantificado espectroscopicamente nos extratos de AF, SH (substân-

cias húmicas) e NH (não húmicas), medindo-se a absorvância a 580 nm, após reação com solução ácida de dicromato de potássio 0,625 mol L<sup>-1</sup> durante 4 horas a 60°C, empregando-se uma curva padrão de D-glucose anidra de zero a 200 mol C L<sup>-1</sup>.

Os teores de carbono nas frações NH, SH e AF foram calculados conforme as expressões 4, 5 e 6.

$$TC_{NH} = \frac{C_{NH} \times V_{NH}}{P} \quad (4)$$

$$TC_{SHs} = \frac{C_{SHs} \times V_{SHs}}{P} \quad (5)$$

$$TC_{AF} = \frac{C_{AF} \times V_{AF}}{P} \quad (6)$$

Onde:

TCNH, TCSHs, TCAF = Teores de carbono nas frações NH, SHs e AF em g Kg<sup>-1</sup> de solo, respectivamente;

CNH, CSHs e CAF = Concentrações de carbono nos extratos das frações NH, SHs e AF em mg L<sup>-1</sup>, respectivamente;

VNH, VSHs e VAF = Volume total coletado das frações NH, SHs e AF em litros, respectivamente;

P = massa da amostra (g de solo).

Os teores de carbono nas frações AH e HU foram determinados por diferença conforme as expressões 7 e 8.

$$TC_{AH} = TC_{SHs} - TC_{AF} \quad (7)$$

$$TC_{HU} = TC_{total} - (TC_{SHs} + TC_{NH}) \quad (8)$$

Onde:

$TC_{AH}$  e  $TC_{HU}$  = Teores de carbono nas frações AH e HU em  $g\ Kg^{-1}$  de solo, respectivamente;

$TC_{total}$  = Teor de carbono orgânico total em  $g\ Kg^{-1}$ .

Para o cálculo do carbono nas frações da matéria orgânica nos macroagregados, utilizou-se o mesmo procedimento, conforme expressão 3.

Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise da variância e aplicado o teste de Duncan ao nível de 5%, utilizando o sistema de Análise Estatística Winstat (MACHADO, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas PC e PD apresentaram reduções significativas nos teores de COT quando comparados ao CN, tanto no solo inteiro quanto nos macroagregados (Tabela 2). No CN, o maior teor de COT pode ser explicado pela não utilização agrícola, havendo assim maior estabilização pelo equilíbrio entre as taxas médias de adição de C no solo e as taxas de mineralização do resíduo orgânico (AMADO et al., 2006; BAYER et al., 2002).

As alternâncias de umedecimento e secagem do solo, por ocasião do cultivo do arroz irrigado, e melhores condições de aeração, pelo revolvimento, aumentam a atividade microbiana acelerando o processo de decomposição da MOS e, conseqüentemente, diminuem os teores de COT do solo (STEVENSON, 1994).

Os teores de COT de solos sob sistemas de uso e manejo somente irão se aproximar do conteúdo de COT de um solo sob condição natural se submetidos a adições de resíduos vegetais ao solo e a sistemas minimamente revolvidos (BAYER; MIELNICZUK, 1997).

Não foi observada diferença significativa entre os teores de COT nos sistemas PC e PD (Tabela 2), muito embora, quando se compara os valores absolutos, o PC apresente maiores teores de COT em relação ao PD, o que pode sugerir que apesar dos efeitos benéficos do PD sobre a manutenção e recuperação dos solos cultivados, no presente estudo estes efeitos não foram observados claramente. É provável que um período de cinco anos sob PD, ainda não foi suficiente para a consolidação do sistema.

Empinotti (1999), estudando a qualidade da matéria orgânica em diferentes sistemas de manejo e classes de solo na camada de 0,000 a 0,025 m, observou um acúmulo de 26% no COT em um Latossolo Roxo distrófico sob sistema PD, em relação ao PC. Já em um Argissolo Vermelho escuro, o mesmo autor não encontrou diferença significativa entre os sistemas de manejo, atribuindo este fato às diferentes características gênicas de cada solo.

Carneiro et al. (2009), trabalhando com um Latossolo Vermelho sob sucessão soja/milho em sistema PD e PC, e como referência uma mata secundária em processo de regeneração observaram que a mata apresentou os maiores teores de COT na profundidade de 0,000 a 0,005 m. Isto foi atribuído ao fato de que a matéria orgânica neste sistema encontra-se preservada, devido a não mobilização do solo e a constante ciclagem de material vegetal, proporcionado pela maior diversidade de espécies presentes. Neste mesmo trabalho, os autores não encontraram diferenças significativas nos teores de COT entre os sistemas PD e PC, até a profundidade de 0,010 m, explicando que neste sistema convencional não havia mobilização constante, o que preservaria em parte a

palhada sobre o solo entre uma cultura e outra, favorecendo o acúmulo de COT.

Tabela 2. Teores e estoques de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio orgânico total (NT) de um Planossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo, na camada de 0,000 a 0,025 m, Capão do Leão – RS, 2010. Média de três repetições.

Sistemas de manejo	-----COT-----		-----NT-----	
	Teor g kg <sup>-1</sup>	Estoque Mg ha <sup>-1</sup>	Teor g kg <sup>-1</sup>	Estoque Mg ha <sup>-1</sup>
-----solo inteiro-----				
CN	20,17 a	6,82 a	4,48 a	1,27 a
PC	13,40 b	5,25 ab	3,40 a	0,97 a
PD	11,77 b	4,59 b	2,37 a	0,93 a
-----macroagregados-----				
CN	16,28 a	5,51 a	0,83 a	0,28 a
PC	9,22 b	3,61 b	0,70 ab	0,27 a
PD	7,48 b	2,92 b	0,48 b	0,19 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

**CN** = Campo nativo; **PC** = Preparo convencional; **PD** = Plantio direto.

O estoque de COT nos diferentes sistemas de uso e manejo (Tabela 2) apresentou o mesmo comportamento dos teores de COT nos macroagregados e no solo inteiro, exceto, no solo inteiro sob PC, que não diferiu estatisticamente do CN e do PD. De acordo com Jantalia et al. (2003) a utilização de leguminosas em sistemas de rotação de culturas é uma eficiente estratégia para a manutenção e recuperação dos estoques de C no solo. A utilização de um sistema, incluindo maior número de espécies vegetais (inverno: azevém, cornichão; verão: soja, milho, sorgo), com leguminosas no inverno e no verão, favorece o estoque de COT, independente do sistema de preparo adotado.

Pillon (2000), investigando as alterações no conteúdo de carbono em



Argissolo Vermelho, em sistemas de cultura sob plantio direto após 16 anos, observou que os sistemas de cultura com inclusão de leguminosas apresentaram os maiores conteúdos de COT no solo, variando de 31,37 Mg ha<sup>-1</sup> a 40,98 Mg ha<sup>-1</sup> nos sistemas que incluíram duas gramíneas (Pangola/Milho) uma leguminosa e uma gramínea (Lablab/Milho), respectivamente.

Solos submetidos a cultivos intensivos sofrem modificações físicas, podendo limitar o crescimento e a atividade de microrganismos, diminuindo a taxa de decomposição da MOS (DALAL; MAYER, 1986). O ambiente de anaerobiose no período de outono e inverno nos sistemas de manejo PD e PC, também reduzem a taxa de decomposição da MOS (TAN, 2003). A incorporação de resíduos vegetais durante o preparo convencional do solo é um outro parâmetro que pode explicar a semelhança dos estoques de COT em solo sob CN (DALAL; MAYER, 1986).

Quando comparados os valores absolutos, tanto nos teores quanto nos estoques de COT (Tabela 2), o PD apresentou os menores resultados. Reicosky et al. (1995) salientam que, mesmo não havendo aumento de matéria orgânica na camada arável do solo sob sistema PD, o acúmulo de resíduos culturais sobre o solo e de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo resulta em efeitos importantes em relação à ciclagem de nutrientes, agregação, atividade microbiana, movimento e armazenamento de água e troca de gases com a atmosfera.

As adições anuais de C através dos resíduos vegetais foram estimadas por Dieckow (2003) em 6,14 Mg C ha<sup>-1</sup> para o sistema de culturas Lab-lab + milho, sendo bem superiores às adições do solo descoberto (0,66 Mg C ha<sup>-1</sup>) e do sistema de culturas composto por aveia + milho (4,37 Mg ha<sup>-1</sup>).

O nitrogênio é um dos elementos alterados quando um sistema natural é modificado. Em regiões tropicais ocorrem perdas em torno de 56% de

nitrogênio como consequência do cultivo agrícola (CERRI et al., 1991). No entanto, nesse estudo, não foi observada uma diminuição significativa nos conteúdos e estoques desse nutriente (Tabela 2). Esse fato pode estar relacionado com a ocorrência de fixação biológica associada às raízes das leguminosas, o que pode compensar parcialmente os processos de perda de nitrogênio, além da atuação dos sistemas radiculares que exploram o solo de forma diferenciada (FERNANDES et al., 2002; LOVATO et al., 2004).

As espécies leguminosas, além de contribuírem com N as espécies gramíneas, também possuem elevada produção de biomassa vegetal (BURLE et al., 1997). Leguminosas com desenvolvimento radicular expressivo podem contribuir para a maior ciclagem de N e para a redução da possibilidade de perdas de N por lixiviação de nitrato, contribuindo para maior produção de biomassa vegetal, especialmente de milho, com reflexos positivos sobre o aporte de C (PILLON, 2000).

Os teores e estoques de NT encontrados seguiram a mesma tendência de variação entre os tratamentos daqueles encontrados para o COT entre solo inteiro e macroagregados, o que indica uma relação entre esses dois parâmetros (Tabela 2).

Observando os valores absolutos de COT e de NT (Tabela 2) nota-se que a utilização do solo com cultivo agrícola, tanto em sistema PD quanto em PC, contribuiu para o processo de perda da matéria orgânica, quando comparado ao CN. Segundo Amado et al. (1999) o uso do solo promove a quebra dos agregados e potencializa a mineralização do C e N da matéria orgânica, principalmente quando é incorporada uma quantidade significativa de compostos pouco estáveis, de baixa relação C/N, pela maior exposição dos compostos húmicos do solo a fatores bióticos (fauna do solo) e abióticos (temperatura, umidade e luminosidade). Os ciclos de alagamento e drenagem do solo, também podem ter contribuído para a diminuição do NT, pois aumentam as perdas por

desnitrificação ou lixiviação (ROSA, 2006).

Dieckow (2003) trabalhando em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de cultivo observou reduções nos estoques de C e N da camada de 0,000 a 0,175 m sob sistema de PC do solo (8,6 Mg C ha<sup>-1</sup> e 0,44 Mg N ha<sup>-1</sup>) causadas tanto pelo preparo excessivo do solo como pela baixa adição de resíduos culturais. Porém, o mesmo autor comprovou que a adoção do sistema PD não significou necessariamente na manutenção ou no aumento dos estoques de C e N do solo, tendo perdas de 5,5 Mg de C ha<sup>-1</sup> e de 0,45 Mg de N ha<sup>-1</sup> em relação aos estoques iniciais do solo, quando o sistema foi implantado.

Foram observadas reduções significativas nos teores de carbono das frações não húmica (NH), ácido fúlvico (AF) e humina (HU), quando comparados os tratamentos sob cultivo (PC e PD) e o CN (Tabela 3).

No solo inteiro, o PC apresentou teores de C nas frações NH e AF de 43% e 48% menores, respectivamente, do que o CN, já o PD teve perdas de 51% e 36%, respectivamente. Estas frações são bastante instáveis, podendo ser perdidas facilmente com a alteração no sistema de uso do solo. O PD também apresentou teor bastante inferior de HU, 54% a menos que o CN. Na fração AH observou-se valores semelhantes em todos os sistemas estudados.

Nos macroagregados não houve diferença entre os sistemas nas frações NH e AH. No entanto, pode-se verificar uma redução de 44% e 52% na fração AF nos sistemas PC e PD, respectivamente, comparando-o com o CN e uma redução de 46% e 54% na fração HU, para os sistemas PC e PD, respectivamente, em comparação ao CN. (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de carbono nas formas não humificada (NH), ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HU) da matéria orgânica de um Planossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo, na camada de 0,000 a 0,025 m, Município de Capão do Leão – RS. 2010. Média de três repetições

Sistema de manejo	NH	AF	AH	HU
g kg <sup>-1</sup>				
-----Solo inteiro-----				
CN	0,37 a	2,09 a	4,48 a	13,22 a
PC	0,21 b	1,08 b	3,45 a	8,66 ab
PD	0,18 b	1,33 b	4,22 a	6,04 b
-----Macroagregados-----				
CN	0,31 a	1,51 a	2,16 a	12,31 a
PC	0,17 a	0,84 b	1,52 a	6,70 b
PD	0,23 a	0,73 b	1,73 a	4,59 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

**CN** = Campo nativo; **PC** = Preparo convencional; **PD** = Plantio direto.

Entre os sistemas PC e PD não foram observadas diferenças estatísticas entre os teores de C nas frações húmicas, evidenciando que a distribuição do C nas frações da matéria orgânica não se alterou pelo sistema de uso do solo, mesmo na fração AF, que tem baixa estabilidade e perde-se facilmente com a intensidade de manejo (NASCIMENTO et al., 1992).

Observando as proporções do COT nas frações da matéria orgânica, pode-se distinguir a fração húmica predominante em cada sistema de manejo e classe de solo (figura 2).

A fração orgânica não humificada (NH) foi a que se apresentou em menor proporção (Figura 2). Esta fração corresponde a uma fase transitória entre os resíduos vegetais e a matéria orgânica humificada. A NH serve de fonte para a atividade microbiana do solo e de onde as

plantas retiram grande parte dos nutrientes essenciais para seu metabolismo (ROSA, 2006).

Em todos os sistemas de manejo houve um predomínio da HU em relação ao AH e AF. Este acúmulo de HU pode ser explicado por serem substâncias altamente desenvolvidas e resistentes à degradação microbiana e favorecidas pela formação de complexos estáveis e/ou complexos argilo-húmicos (BARRETO et al., 2008; BENITES et al., 2003; STEVENSON, 1994).

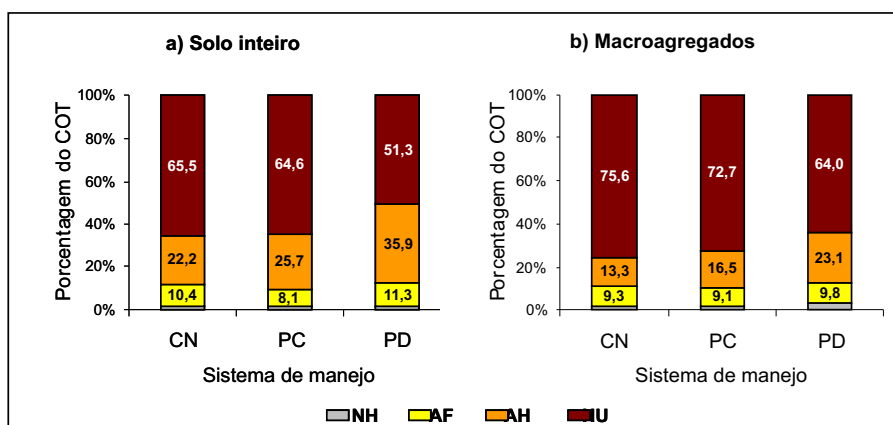


Figura 2. Proporção do carbono total nas frações da matéria orgânica de um Planossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo, na camada de 0,000 a 0,025 m, município de Capão do Leão – RS.

**CN** = Campo nativo; **PC** = Preparo convencional; **PD** = Plantio direto.

**NH** = substância não húmica; **AF** = ácido fúlvico; **AH** = ácido húmico;

**HU** = humina.

Assis et al. (2006) trabalhando em um Latossolo sob diferentes sistemas de uso e manejo observaram que, de modo geral, para os teores de COT nas frações húmicas, a fração HU tendeu a superar as frações AH e AF. No sistema de cultura composto de milho/soja/milho sob

PD, os autores obtiveram teores de C de 7,94 g kg<sup>-1</sup>, 1,42 g kg<sup>-1</sup> e 1,56 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, para as frações HU, AH e AF, na classe de agregados 4 mm a 2 mm. Já para o CN estes valores ficaram em 14,22 g kg<sup>-1</sup>, 5,60 g kg<sup>-1</sup> e 3,64 g kg<sup>-1</sup> para as frações HU, AH e AF, respectivamente. Segundo os autores estes resultados sugerem um possível grau avançado de humificação da MOS, ou seja, maior interação da fração mineral do solo com a MOS.

Em Argissolo Vermelho-Amarelo, Leite et al. (2003) constataram que a HU constituiu-se de cerca de 50% a 60% do COT em todos os sistemas de produção estudados, o que, segundo eles, pode está relacionado com o tamanho das moléculas e ao tempo de residência no solo, associados a esta fração. Por outro lado, o AF e o AH, por apresentarem menor estabilidade, sofreram movimentação no perfil, polimerização ou mineralização, diminuindo sua composição percentual no solo.

A porcentagem de AF praticamente não variou entre os sistemas de manejo e foi menor que a proporção de AH, tanto no solo inteiro como nos macroagregados (figura 2). Em solos com baixa capacidade de troca de cátions e teor de argila nas camadas superficiais, a possibilidade do AF ser removido do horizonte A é maior por sua estrutura ser facilmente degradada e pela grande mobilidade desta fração no solo, favorecendo a lixiviação (ASSIS et al., 2006).

Castro (2008) trabalhando com amostras de CN em um Argissolo Vermelho-Amarelo, com textura argilosa, observou menores teores de carbono na forma de AF em relação ao AH. De acordo com Leite et al. (2003) o aumento da proporção de AH em relação ao AF, em CN, se dá pela maior polimerização de AH. Além disso, em sistemas naturais, o maior acúmulo de MOS pode contribuir para o aumento dos estoques de AH, por meio de processo de herança de compostos da matéria orgânica fresca, de modo semelhante ao que ocorreria com a HU herdada particularmente da lignina (STEVENSON, 1994).

Outro fator, que pode ser causa da menor porcentagem de AF é a atividade microbiana que utiliza no seu metabolismo o nitrogênio das cadeias alifáticas de moléculas orgânicas pouco condensadas como as que ocorrem nos AF (GUERRA et al., 2008). A maior proporção de AH em relação ao AF também pode ser justificada pelo baixo teor de argila nas camadas superficiais do solo, o que aumenta a possibilidade de lixiviação de compostos de baixo peso molecular (EMPINOTTI, 1999).

A proporção de AH variou de 22,2% a 35,9% no solo inteiro e de 13,3% a 23,1% nos macroagregados. Também se observou menor porcentagem de carbono na fração AH nos macroagregados, independente do sistema de cultivo.

Como o solo é composto de um conjunto de agregados de diferentes tamanhos e estabilidade (macroagregados e microagregados), o maior acúmulo de C nas frações AH e AF, no solo inteiro, pode ser atribuído ao fato de estas estarem protegidas nos microagregados que, por sua vez, estão estabilizados pela ação do material orgânico, onde são menos afetados pelos sistemas de cultivo.

A maior porcentagem de C na fração HU foi encontrada nos macroagregados que são onde primeiramente as substâncias húmicas se acumulam. Como a HU é mais insolúvel, não se degradando facilmente, confere aos macroagregados maior porcentagem de substâncias húmicas de natureza mais alifática do que no solo inteiro (PICCOLO, 2001).

A presença em maior quantidade da HU nos macroagregados sinaliza a importância dessa fração no processo de agregação (ASSIS et al., 2006). A maior proporção de HU encontrada nos macroagregados quando comparada ao solo inteiro, pode ser explicada pela teoria da hierarquia da agregação proposta por Tisdall e Oades (1982). Segundo eles, os complexos organo-minerais primários ( $< 250 \mu\text{m}$ ), formados a partir de materiais orgânicos persistentes, HU, por exemplo, leva à formação de microagregados bastante estáveis que podem ser unidos por

materiais orgânicos transitórios (exudatos radiculares e microbianos), entrelaçamento de hifas e fungos ou pela ação do sistema radicular das plantas, resultando na formação de macroagregados com altos teores de HU.

Conteh e Blair (1998) observaram que a predominância da fração HU sobre as outras frações húmicas é maior nos macroagregados, enquanto que nos agregados menores os compostos mais reativos (AF e AH) têm maior participação na agregação, o que indica que o comportamento das substâncias húmicas varia com a classe de agregados.

Quando se observa os estoques de C nas frações da matéria orgânica (Tabela 4), percebe-se que houve diferença entre os sistemas nas frações AF (no solo inteiro e nos macroagregados) e HU (nos macroagregados) e não houve diferença significativa nas frações NH e AH.

Os estoques da fração AF para os sistemas de manejo (PC e PD) foram menores do que os do CN. Leite et al. (2003) também observaram esta mesma redução nos estoques de AF sob cultivo de milho quando comparados ao CN; nas camadas de 0,000 a 0,010 m e de 0,010 a 0,020 m, os autores encontraram reduções que variaram de 3,4% (área de milho com adubação orgânica) a 19% (área de milho com adubação mineral), respectivamente, quando comparados ao CN. A diminuição dos estoques das frações AF e HU, decorrente da mudança de vegetação natural para a agricultura, também foi observada por Longo e Espindola (2000).



Tabela 4. Estoque de carbono nas formas não humificada (NH), ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina (HU) da matéria orgânica de um Planossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo, na camada de 0,000 a 0,025 m, município de Capão do Leão – RS, 2010. Média de três repetições

Sistema de manejo	NH	AF	AH	HU
Mg ha <sup>-1</sup>				
-----Solo inteiro-----				
CN	0,12 a	0,71 a	1,52 a	4,48 a
PC	0,08 a	0,42 b	1,34 a	3,40 a
PD	0,07 a	0,52 ab	1,64 a	2,36 a
-----Macroagregados-----				
CN	0,10 a	0,51 a	0,73 a	4,17 a
PC	0,07 a	0,33 b	0,59 a	2,62 b
PD	0,09 a	0,28 b	0,67 a	1,87 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

**CN** = Campo nativo; **PC** = Preparo convencional; **PD** = Plantio direto.  
**NH** = não húmica; **AF** = ácido fúlvico; **AH** = ácido húmico; **HU** = humina.

Os maiores estoques de C na forma de AH no CN e PD (valores absolutos), podem ser atribuídos à maior estabilidade do sistema e inalteração no estado de “equilíbrio”, mantendo a vegetação natural (CN) e a diminuição das operações de preparo do solo (PD), o que permitiu a manutenção da fração mais recalcitrante, ou ainda, concordando com Souza e Melo (2003), possibilitando uma conversão rápida de AF em AH.

Os menores estoques de C na fração AH para o sistema PC indica que quanto maior a intensidade de manejo no solo, maior será a degradação da MOS.

## Conclusões

O uso agrícola provoca redução no carbono orgânico total e das frações húmicas da matéria orgânica, tanto no solo inteiro (solo passado em peneira de malha de 2,00 mm de diâmetro) como nos macroagregados (solo retido entre as peneiras de malhas 8,00 a 0,25 mm de diâmetro), independente se sob sistema plantio direto ou plantio convencional; nos macroagregados são encontradas as maiores proporções da fração mais estável da matéria orgânica (humina) do Planossolo Háplico estudado.

## Referências

---

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B. C.; VEIGA, M. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 35, n. 4, p. 1599-1607, July/Aug. 2006.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 679-686, maio/jun. 1999.

ASSIS, C. P.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono e nitrogênio em agregados de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 10, p. 1541-1550, out. 2006.

BARRETO, A. C.; FREIRE, M. B. G. S.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, O. R.; FREIRE, F. J.; INÁCIO, E. S. B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1471-1478, ago. 2008.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas

por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 105-112, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P. R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 238, n. 1, p. 133-140, Jan. 2002.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. 7 p. (Comunicado técnico, 16).

BURLE, M. L.; MIELNICZUK, J.; FOCCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant and Soil**, The Hague, v. 190, n. 2, p. 309-316, Mar. 1997.

CARNEIRO, C. E. A.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; AZEVEDO, M. C. B.; ANDRADE, E. A.; KOGUISHI, M. S.; DIEHL, R. C.; RICCE, W. S.; PASSARIN, A. L.; VAZ, R. H. M.; STELMASCHUK, T. L. L.; GUIMARÃES, M. F.; RALISCH, R. Efeitos dos sistemas de manejo sobre o carbono orgânico total e carbono residual de um latossolo vermelho eutroférico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 5-10, jan./mar. 2009.

CASTRO, G. C. **Carbono orgânico nas frações granulométricas e húmicas em solos de diferentes texturas sob floresta da região noroeste matogrossense**. 2008. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

CERRI, C. C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho-escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. **Cahiers ORSTOM**:

série *Pedologie*, Bondy, v. 26, n. 1, p. 37-50, 1991.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2008/2009: nono levantamento**. Brasília, DF, 2009. 39 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9graos\\_08.09.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9graos_08.09.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2009.

CONTEH, A.; BLAIR, G. J. The distribution and relative losses of soil organic carbon fractions in aggregate size fractions from cracking clay soils (vertisols) under cotton production. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 36, n. 2, p. 257-271, Mar. 1998.

DALAL, R. C.; MAYER, R. J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 24, n. 2, p. 281-292, June 1986.

DICK, D. P.; GOMES, J.; ROSINHA, P. B. Caracterização de substâncias húmicas extraídas de solos e de lodo orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 603-611, jul./ago. 1998.

DIECKOW, 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 em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EMPINOTTI, V. L. **Conteúdo e qualidade da matéria orgânica em sistemas de manejo e classes de solo**. 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FERNANDES, F. A.; CERRI, C. C.; FERNANDES, A. H. B. M. **Alterações na matéria orgânica e nas características químicas de um podzol hi-**

**dromórfico sob pastagens cultivadas no Pantanal Sul-Mato-Grossense.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 28 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).

GOOGLE. **Google earth.** Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 21 jul. 2009.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, A.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 19-25.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P.; DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Influência de rotação de culturas no estoque de carbono e nitrogênio do solo sob plantio direto e preparo convencional. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 91-97, 2003.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 821-832, set./out. 2003.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 723-729, jul./ago. 2000.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 175-187, jan./fev. 2004.

MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para windows (WIN-STAT)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2001. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, V. M.; ALMENDROS, G.; FERNANDEZ, F. M. Soil humus characteristics in virgin and cleared areas of the Paraná river basin in Brasil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 54, n. 1-4, p. 137-150, Sept. 1992.

PICCOLLO, A. The supramolecular structure of humic substances. **Soil Science**, Madison, v. 3, n. 11, p. 508-521, Nov. 2001.

PILLON, C. N. **Alterações no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo, induzidas por sistemas de cultura em plantio direto**. 2000. 232 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

REEVES, D. W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 43, n. 1-2, p. 131-167, Nov. 1997.

REICOSKY, D. C.; KEMPER, W. D.; LANGDALE, G. W.; DOUGLAS, C. L.; RASMUNSEN, P. E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 50, n. 3, p. 253-261, May-June 1995.

ROSA, C. M. **Teor e qualidade da matéria orgânica de um Planossolo hidromórfico sob diferentes sistemas de cultivo**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Matéria orgânica de um latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p.1113-1122, nov./dez. 2003.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2nd ed. New York: J. Wiley, 1994. 496 p.

TAN, K. H. **Humic matter in soil and the environment**: principles and controversies. New York: M. Dekker, 2003. 385 p.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 141-163, 1982.