

Foto: Arquivo



## Uso de Métodos Espectroscópicos para Avaliar o Seqüestro de Carbono em Área de Rotação de Culturas Cana-de-açúcar / Amendoim Sob Diferentes Sistemas de Plantio

Aline Segnini<sup>1</sup>  
Ladislau Martin-Neto<sup>2</sup>  
Débora Marcondes Bastos Pereira Milori<sup>3</sup>  
Wilson Tadeu Lopes da Silva<sup>4</sup>  
Denizart Bolonhezi<sup>5</sup>  
Antônio Luiz Cerdeira<sup>6</sup>

O Protocolo de Kyoto terá início a partir de 16 de fevereiro de 2005, envolvendo 141 países que o ratificaram, e em meio a um verdadeiro otimismo ao estabelecer as primeiras medidas concretas para lutar contra a mudança climática do planeta. O acordo, cujo objetivo é reduzir entre 2008 e 2012 uma média de 5,2% das emissões de gases causadores do efeito estufa, deixa de fora o maior poluidor do planeta, os Estados Unidos, já que, alegando fragilidade econômica, deixaram de participar do Protocolo.

Dois terços da emissão total dos gases causadores do efeito estufa são provenientes da queima de combustíveis fósseis e das atividades industriais, sendo o restante atribuído às atividades agrícolas e à mudança no uso da terra. Os países industrializados participam com mais de 75% do total da emissão de carbono (C) na forma de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) através da queima de combustíveis fósseis. Em fóruns internacionais, como nas conferências de Kyoto (1997) e Haia (2000), estabeleceu-se que esses países deveriam assumir metas para limitar suas emissões, reduzindo-as em seu próprio território ou adquirindo uma espécie de "bônus" de outros países, os quais passariam a realizar tal tarefa (mais especificamente países em desenvolvimento, para os quais não existem metas de redução). Dessa forma, seria estabelecido o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual prevê

recursos financeiros e transferência de tecnologia para países em desenvolvimento. Em outras palavras, o MDL consiste no princípio de que cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera, por um país em desenvolvimento, poderá ser negociada no mercado mundial, criando assim um atrativo mercado para a redução das emissões globais. Em outros termos: as nações poluidoras comprariam créditos de carbono das que não poluem tanto (Lima et al., 2001).

Para o Brasil, percebe-se que há várias perspectivas de projetos de MDL, principalmente em áreas de energia renovável (biomassa, energia solar, eólica, hidroelétrica), aumento de eficiência energética, redução de emissões por substituição de fonte de energia com menor emissão específica de gases do efeito estufa, aproveitamento de metano de aterros sanitários, projetos agropecuários que reduzam emissões e florestas plantadas (plantações de florestas em áreas degradadas de florestas e em áreas onde não havia florestas anteriormente) (Lima et al., 2001). Devido à sua grande extensão territorial e aptidão agrícola / florestal, para que tais possibilidades se concretizem, é preciso determinar o potencial para seqüestro de C dos nossos solos, ou seja, sua capacidade de atuar como um "depósito" de carbono, de preferência incrementando suas qualidades agrícolas. Essa contribuição para a emissão ou seqüestro de CO<sub>2</sub>,

<sup>1</sup> Química, Mestre, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, 13560-970, São Carlos/SP.

<sup>2</sup> Físico, Ph.D, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, 13560-970, São Carlos/SP.

<sup>3</sup> Física, Ph.D, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, 13560-970, São Carlos/SP.

<sup>4</sup> Químico, Ph.D, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, 13560-970, São Carlos/SP.

<sup>5</sup> Agrônomo, Mestre, Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Ação Regional, C.P. 271, 14001-970, Ribeirão Preto/SP.

<sup>6</sup> Agrônomo, Ph.D, Embrapa Meio Ambiente, C.P. 69, 13820-000- Jaguariúna/SP

depende do efeito do manejo sobre o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS). Quando o balanço entre a taxa de adição de resíduos vegetais ao solo (determinada pelo sistema de cultura) e a taxa de perda da MOS for positivo, ocorrerá aumento da MOS. Neste caso, o solo pode atuar como um "dreno" de CO<sub>2</sub> atmosférico. Se o balanço for negativo, ocorrerá redução da MOS, e o solo contribuirá para o aumento do efeito estufa. Assim, práticas de manejo que propiciem acúmulo de MOS poderão contribuir para o aumento da qualidade do solo e também para o seqüestro de CO<sub>2</sub> atmosférico (Pillon et al., 2001).

Visando maximizar o seqüestro de C pelo solo, algumas estratégias poderiam ser utilizadas: aumento da área cultivada sob plantio direto, permanência de restos culturais nas áreas de plantio, controle da erosão, aumento dos índices de produtividade (relevante à restrição de criação de novas fronteiras agrícolas), melhoria da fertilidade do solo (essencial ao aumento da produção de restos culturais), diminuição do desmatamento, revegetação de solos degradados e, por fim, preservação de solos orgânicos em ambientes de várzea (LAL, 1997; JARECKI e LAL, 2003). Estima-se que através das atividades agrícolas e da mudança do uso do solo seria possível retirar de 400 a 800 milhões de Toneladas de C da atmosfera por ano (CERRI, 2000). O sistema de plantio direto (PD) tem merecido destaque entre os sistemas de manejo de solo, já que o solo não é revolvido, evitando a perda da MOS. Procura-se sempre manter o solo coberto por resíduos vegetais, com a finalidade de protegê-lo do impacto de gotas de chuva, do escorrimento superficial e das erosões.

O Brasil apresenta atualmente uma área de 22 milhões de hectares sob esse sistema (aproximadamente 30% de sua área cultivada com grãos) (FEDERAÇÃO..., 2004). Na região Sul, onde o clima viabiliza a adoção de rotação de culturas com alto aporte de resíduos vegetais ao solo, cerca de 75% da área cultivada está sob esta forma de plantio. Na região Sudeste, a adoção do PD e a rotação de culturas também têm aumentado substancialmente nos últimos anos. Um exemplo é a rotação cana-de-açúcar/soja, a qual pode ser empregada como uma das alternativas para o uso da colheita de cana sem queima no estado de São Paulo. A colheita sem queima realizada por máquinas, que possibilita a deposição da palhada sobre o solo, é uma alternativa para a redução das emissões desses gases, uma vez que o carbono que seria emitido durante a queimada, pode ficar retido no sistema (Abramo Filho et al., 1993). Estudo realizado na região de Ribeirão Preto, onde a colheita mecanizada de cana crua está presente em mais de 80% das áreas, concluiu-se que, estes sistemas, aliado ao aproveitamento do bagaço, conferem um seqüestro de 19,55 Mt de C ano<sup>-1</sup> (Ceri et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi quantificar estoques de carbono em diferentes sistemas de cultivo, utilizando um experimento de rotação de culturas cana-de-açúcar / amendoim, como também realizar caracterizações de solos intactos e seus respectivos ácidos húmicos (AH) pelas técnicas espectroscópicas, Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) e Fluorescência Induzida por Laser (FIL).

Os ensaios deste experimento, envolvendo sistemas de cultivo em área de cana crua, vem sendo instalados há 4 anos, porém sempre em glebas diferentes. Como não são reinstalados na mesma área, não existe

histórico do sistema de PD. Nestes canaviais, colhidos sem queima prévia, o tempo de exploração comercial é em média 5 anos. Neste período, não existe mobilização do solo e ocorre deposição do palhço da cana todos os anos. Em 2004, a quantidade de palhada amostrada em janeiro estimou 17 t. ha<sup>-1</sup> de matéria seca. (Bolonhezi et al., 2004).

## Materiais e métodos

Foram utilizados amostras de solo e seus respectivos ácidos húmicos (AH), extraídos de um Latossolo Vermelho Eutroférrico muito argiloso (> 67%), localizado na Estação Experimental do IAC Pólo Regional do Centro-Leste (APTA), em Ribeirão Preto/SP. Três sistemas de plantio foram analisados: Plantio Direto (PD), cultivo mínimo (CM) e plantio convencional (PC); as subparcelas foram as cultivares de amendoim, todos com 4 repetições.

As amostras de solo foram coletadas em setembro de 2003, em diferentes profundidades (0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50; 50-60; 60-70; 70-80 e 80-90cm), de maneira a alcançar uma boa representatividade de cada parcela, em três réplicas cada. Análises de C, H, N, S foram feitas nessas amostras, utilizando Analisador Elementar da Carlo Erba, pertencente à Universidade Federal de São Carlos, nas profundidades de 0-10; 10-20; 20-30 e 30-90 cm. As amostras de AH foram extraídas e purificadas seguindo o método da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS) (Swift, 1996), baseado nas características de solubilidade.

A FIL foi aplicada ao solo intacto utilizando um laser de argônio sintonizado na linha de 457 nm com uma potência de 302 mW, a partir de um instrumento pertencente à Embrapa Instrumentação Agropecuária (Embrapa... 2004). As medidas de EPR foram realizadas em um espectrômetro Bruker EMX, Banda X (9 GHz), também pertencente à Embrapa Instrumentação Agropecuária.

## Resultados e Discussões

A Figura 1 apresenta a porcentagem de carbono (%C) (em m/m), obtida pela análise elementar das amostras de solo, encontrada nos três sistemas de cultivo estudados: plantio direto (PD), cultivo mínimo (CM) e plantio convencional (PC). A maior porcentagem de C foi observada em sistemas de PD, comparando com CM e PC. Foi observado que o C diminui à medida que a profundidade aumenta em todas as amostras. O PD tem mostrado aumento da MOS provavelmente devido a uma maior quantidade de resíduos de plantas, contribuindo também para o aumento da capacidade deste em reter C por mais tempo (SEGNINI et al., 2004).

Visando obter os valores de estoque de carbono (EC), obtidos pela expressão  $EC = C \times d \times l$ , onde C é a quantidade de carbono em g/kg, d a densidade em Mg/m<sup>3</sup> e l a espessura da camada medida em metro (m), foram realizadas medidas de densidade dos solos sob PD e PC nas diferentes profundidades analisadas. Na tabela 1 encontram-se os valores calculados de estoque de carbono nas áreas de PD e PC. Pode-se observar que, em área sob plantio direto, os valores dos estoques de carbono foram maiores, se comparados com os valores para o plantio convencional. Verificando também as profundidades, vimos que os valores dos estoques de

carbono do PD diminuíram à medida que aumenta a profundidade de 0-30 cm, entretanto, em PC, os valores dos estoques de carbono são mais próximos nessas profundidades, devido ao revolvimento do solo. Os maiores estoques de carbono observados nas profundidades de 30-90 cm são devidos à matéria orgânica mais estabilizada.

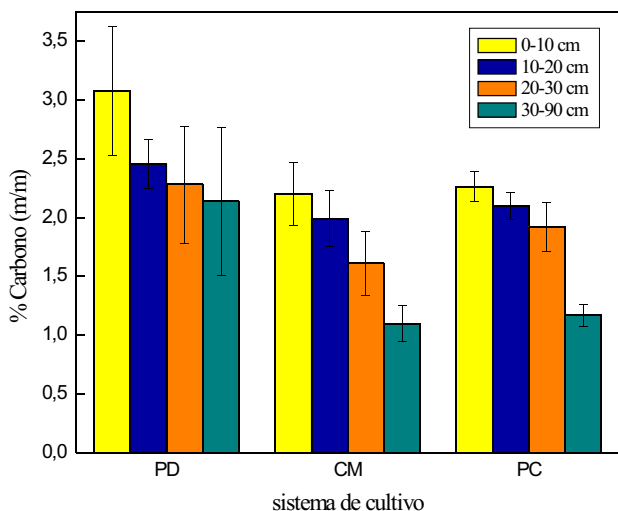


Figura 1. Porcentagens de carbono (%C) em (m/m) em solos obtidos sob diferentes sistemas de cultivo: Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo (CM) e Plantio Convencional (PC) em função da profundidade.

Tabela 1. Valores dos estoques de carbono (EC) em função da profundidade, calculados a partir dos valores de Carbono (C) e densidades (d) das amostras de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC), determinadas em amostras de solo intacto.

Profundidade (cm)	[C] (g/Kg)		EC (Kg / m <sup>2</sup> )	
	PD	PC	PD	PC
0-10	30,7 ± 5,4	22,6 ± 1,3	3,8 ± 0,5	2,6 ± 0,2
10-20	24,5 ± 2,0	21,0 ± 1,2	3,0 ± 0,3	2,4 ± 0,2
20-30	22,8 ± 4,9	19,2 ± 2,1	3,0 ± 0,8	2,3 ± 0,3
30-90	21,4 ± 6,3	11,7 ± 1,0	14,1 ± 4,3	7,7 ± 0,6

Somente informações sobre o acúmulo de carbono não são suficientes para caracterizar uma situação de seqüestro de carbono. A estabilidade deste C no solo é um dado extremamente relevante, pois caso o C esteja em estruturas lábeis facilmente será mineralizado retornando para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> (MILORI, 2004c). E é dentro deste contexto que os métodos espectroscópicos são fundamentais na avaliação da estabilidade da MOS. Tanto o solo intacto quanto as frações químicas dos ácidos húmicos (AH) foram caracterizados por técnicas espectroscópicas, sendo que os dados obtidos forneceram algumas informações relevantes, no que se refere à matéria orgânica deste solo.

Estudos de Fluorescência Induzida por Laser (FIL) foram realizados com as amostras de solo intactas. Foi possível medir a fluorescência de solos intactos, a qual fornece informações a respeito da matéria orgânica humificada. A Figura 2 representa a proporção entre as áreas dos espectros de fluorescência e as porcentagens de C obtidas em PD, CM e PC. Os resultados mostraram que existem diferenças quanto aos sistemas de cultivo

empregados. Em sistemas de PD observou-se um decréscimo na área de fluorescência, indicando uma menor humificação da matéria orgânica, aumentando em profundidade. Por outro lado, no preparo convencional o grau de humificação da matéria orgânica é aproximadamente uniforme no perfil do solo, devido principalmente ao revolvimento do solo. Estas observações são bastante coerentes, já que em PD os resíduos acumulam-se na superfície do solo, enquanto que em PC o revolvimento do solo resulta numa distribuição relativamente uniforme do material vegetal na camada arável do solo, e portanto do grau de humificação da matéria orgânica. Os resultados confirmam que a espectroscopia pode ser usada para estudar mudanças estruturais causadas nos diferentes sistemas de cultivo (SEGNINI et al., 2004; MILORI et al., 2001, 2002, 2004a).

A aplicação da FIL no estudo da MOS mostrou-se bastante promissora, devido principalmente à vantagem de se utilizar amostras intactas de solo, incluindo solos com alto teor de óxidos de ferro onde, geralmente, vários métodos espectroscópicos não podem ser aplicados diretamente sem prévio tratamento químico das amostras (GONZÁLEZ-PÉREZ et al., 2004, MILORI et al., 2004a,b).

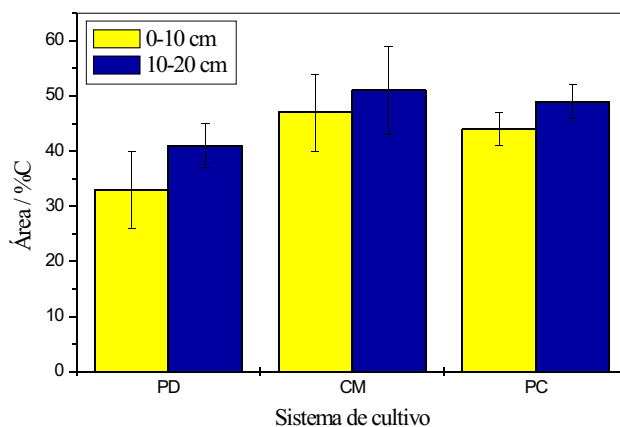


Figura 2. Dados obtidos por Fluorescência Induzida por Laser (FIL) reportados em Área / %C (m/m), sob diferentes sistemas de cultivo: Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo (CM) e Plantio Convencional (PC), determinados em amostras de solo intacto.

Os estudos de EPR, observados na Figura 3, mostraram que os AH presentes no sistema de PD possuem menos radicais livres do tipo semiquinona, comparado com CM e PC. Este comportamento reflete um menor grau de humificação em PD devido a uma maior concentração de C alifático (BAYER et al., 2002). Foi observado que os ácidos AH presentes no sistema de plantio direto (PD) possuem menos radicais livres do tipo semiquinona, com aproximadamente  $2,4 \times 10^{17} \pm 0,03$  spins g<sup>-1</sup>, se comparado, por exemplo, com o sistema de plantio convencional (PC), com aproximadamente  $4,2 \times 10^{17} \pm 0,01$  spins g<sup>-1</sup>. Em PC, devido ao revolvimento do solo, há quebras de agregados e exposição da matéria orgânica. Neste caso também, a oxidação de MOS é considerada maior devido ao sistema de plantio e então, grupos lábeis de C foram mineralizados (BAYER et al., 2002; SEGNINI et al., 2004).

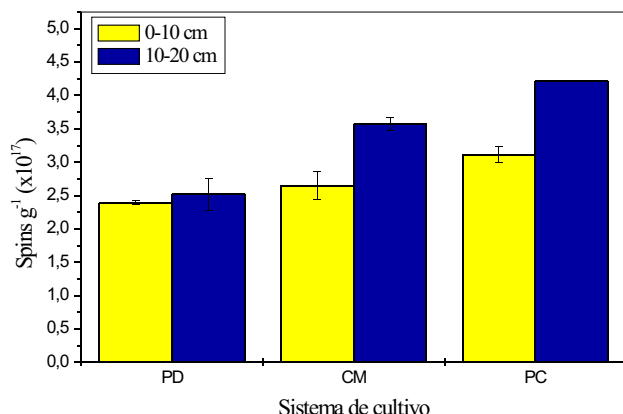


Figura 3. Nível de radical livre do tipo semiquinona [spins g<sup>-1</sup> (x10<sup>17</sup>)] de ácidos húmicos (AH) determinados por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) sob diferentes sistemas de cultivo: Plantio Direto (PD), Cultivo Mínimo (CM) e Plantio Convencional (PC).

Analisando conjuntamente os resultados das áreas dos espectros de fluorescência vs. %C observados nas amostras de solo intacto determinados pela técnica Fluorescência Induzida por Laser (FIL) com o nível de radicais livres do tipo semiquinona [spins g<sup>-1</sup> (x10<sup>17</sup>)] de ácidos húmicos (AH) determinados por Ressonância Paramagnética Eletrônica (EPR) observou-se uma correlação positiva, com coeficiente de correlação r de 0,83, indicando que a FIL pode ser uma técnica bastante útil no estudo da MOS (SEGNINI et al., 2004, MILORI et al., 2004a, b)

Este tipo de solo analisado, associado ao sistema de cultura de cana-de-açúcar com colheita sem queima prévia, além de contribuir para a redução das emissões de gases, pode proporcionar o seqüestro de carbono da atmosfera.

Os dados obtidos mostraram que, de fato, houve um aumento no conteúdo de carbono no solo na área sob plantio direto, comparado com áreas sob manejo convencional e cultivo mínimo, em um sistema sob rotação cana-de-açúcar/amendoim. O dado ganha importância, pois nas áreas sob manejo convencional e cultivo mínimo também não ocorreram queima da palhada e, portanto mostra que o principal efeito para diferenciar o conteúdo de carbono no solo foi o manejo e não a ausência de queima da palhada. Portanto pode-se concluir, que nas condições analisadas, o manejo conservacionista, como o plantio direto, teve um efeito relevante para o acúmulo de carbono no solo, configurando uma situação de seqüestro de carbono no solo.

Os resultados também evidenciaram que o uso de técnicas espectroscópicas como FIL e EPR podem fornecer informações importantes para um melhor entendimento da dinâmica da matéria orgânica em áreas sob diferentes sistemas de manejo do solo.

#### Referências Bibliográficas

ABRAMO FILHO, J.; MATSUOKA, S.; SPERANDIO, M.L.; RODRIGUES, R.C.D.; MARCHETTI, L.L. Resíduos da colheita mecanizada de cana crua. *Alcool & Açúcar*, São Paulo, n.67, p.23-25, 1993.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUCK, J.; SAAB, S. C.; MILORI, D.M.P.; BAGNATO, V.S. Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristics as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. *Geoderma*, [S.l.], v.105, p.81-92, 2002.

BOLONHEZI, D.; LA SCALA JR, N.; MUTTON, M.A.; MARTINS, A.L.M.; GENTILIN JR, O. Fluxo de CO<sub>2</sub> em diferentes sistemas de manejo de solo e cultivares de amendoim sobre palhada de cana e pastagem. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004. *Anais...* Lages: UDESC: SBCS, 2004. CD-ROM.

CERRI, C.C. **Seqüestro de carbono pelo solo.** Comunicação em palestra realizada na Embrapa Meio Ambiente, em 13 abril 2000. Jaguariúna (SP).

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; CERRI, C.E.P. Balanço de gases em sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: UNESP, 2003. CD-ROM.

EMBRAPA Instrumentação Agropecuária (São Carlos, SP). Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Ladislau Martin-Neto, Carlos Manoel Pedro Vaz, Vanderlei Salvador. **Sensor de teor de qualidade da matéria orgânica.** BR n. PI 0106477-0, 2004.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Área de Plantio Direto no Brasil.** Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>> Acesso em: 10 de novembro de 2004.

GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; MARTIN-NETO, L.; SAAB, S.C.; NOVOTNY, E.H.; MILORI, D.M.B.P.; BAGNATO, V. S.; COLNAGO, L.A.; MELO, W.J.; KNICKER, H. Characterization of humic acids from a Brazilian Oxisol under different tillage systems by EPR, <sup>13</sup>C NMR, FTIR and Fluorescence spectroscopy. *Geoderma*, [S.l.], v.118, p.181-190, 2004.

JARECKI, M.K.; LAL, R.. Crop management for soil carbon sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences*, [S.l.], v.22, n.6, p.471-502, 2003.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO<sub>2</sub>-enrichment. *Soil and Tillage Research*, [S.l.], v.43, p.81-107, 1997.

LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira,** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397 p.

MILORI, D.M.B.P.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C.; BAGNATO, V.S. Fotoluminescência de solos intactos Nova técnica para avaliação da humificação da matéria orgânica. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS



HÚMICAS, 4., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 2001. p. 97-99.

MILORI, D.M.B.P.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; BAGNATO, V.S.. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. **Soil Science**, [S.l.], v.167, n.11, p.739-749, 2002.

MILORI, D.M.B.P.; GALETI, H.V.A.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C; GONZÁLEZ-PERÉZ, M.. Study of whole soil using laser induced fluorescence spectroscopy. **Soil Science Society of America Journal**, 2004a. Artigo submetido.

MILORI, D.M.B.P.; GALETI, H.V.A.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C; SALTON, J.; GONZÁLEZ-PERÉZ, M.; . Humification degree of organic matter in whole soil determined by laser-induced fluorescence. In: MARTIN-NETO, L.; MILORI, D.M.B.P.; SILVA, W.T.L. da. (Eds.). **Humic Substances and Soil and Water Environment: International Meeting of IHSS, 12.** São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004b. p. 609-611.

MILORI, D.M.B.P. Efeito Estufa X Agricultura.

Agronline.com.br. Disponível em:

< <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=155> > Acesso em: 18 de setembro de 2004c.

PILLON, C.N.; MIELNICZUK, J.; LOVATO, T.; MARTIN-NETO, L. Sequestro de carbono por sistemas de manejo do solo e seus reflexos sobre o efeito estufa In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 4., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 2001.

SEGNINI, A.; SIMÕES, M.L.; SILVA, W.T.L.; MILORI, D.M.B.P.; GALETI, H.V.A.; CERDEIRA, A.L.; BOLONHEZI, D.; MARTIN-NETO, L. Evaluation of carbon sequestration in Brazilian area of sugar-cane under different tillage systems. In: MARTIN-NETO, L.; MILORI, D.M.B.P.; SILVA, W.T.L. da. (Eds.). **Humic Substances and Soil and Water Environment: International Meeting of IHSS, 12.** São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. p. 14-16.

SWIFT, R.S. Organic Matter Characterization. In: **Methods of Soil Analysis.** Part 3. SSSA, Madison: [s. n.] 1996. p.1011-1069. (Book Series n. 5)

## Comunicado Técnico, 62

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Instrumentação Agropecuária**  
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP

**Fone:** 16 3374 2477

**Fax:** 16 3372 5958

**E-mail:** sac@cnpdia.embrapa.br  
[www.cnpdia.embrapa.br](http://www.cnpdia.embrapa.br)

**1a. edição**

1a. impressão 2004: tiragem 300

## Comitê de Publicações

**Presidente:** Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**Secretária Executiva:** Valéria de Fátima Cardoso

**Membros:** Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,  
Dr. João de Mendonça Naime,  
Dr. Washington Luiz de Barros Melo

**Membro Suplente:** Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

## Expediente

**Supervisor editorial:** Dr. Rubens Bernardes Filho

**Revisão de texto:** Valéria de Fátima Cardoso

**Tratamento das ilustrações:** Valentim Monzane

**Editoração eletrônica:** Valentim Monzane