

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Caracterização, Aproveitamento e  
Geração de Novos Produtos  
de Resíduos Agrícolas,  
Agroindustriais e  
Urbanos

**EDITORES**

Débora Marcondes Bastos Pereira Milori  
Ladislau Martin Neto  
Wilson Tadeu Lopes da Silva  
José Manoel Marconcini  
Victor Bertucci Neto

Embrapa Instrumentação  
São Carlos, SP  
2010

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:**

**Embrapa Instrumentação**

Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
Fone: (16) 2107 2800  
Fax: (16) 2107 2902  
www.cnpdia.embrapa.br  
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: João de Mendonça Naime  
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira Milori,  
Sandra Protter Gouvea  
Washington Luiz de Barros Melo  
Valéria de Fátima Cardoso  
Membro Suplente: Paulo Sérgio de Paula Herrmann Junior

Supervisor editorial: Victor Bertucci Neto  
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso  
Tratamento de ilustrações: Camila Fernanda Borges  
Capa: Camila Fernanda Borges  
Editoração eletrônica: Camila Fernanda Borges

**1ª edição**

1ª impressão (2010): tiragem 300

**Todos os direitos reservados.**

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

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.**  
Embrapa Instrumentação

---

C257 Caracterização, Aproveitamento e Geração de Novos Produtos de Resíduos Agrícolas,  
Agroindustriais e Urbanos. / Débora Marcondes B. P. Milori, Ladislau Martin-Neto,  
Wilson Tadeu Lopes da Silva, José Manoel Marconcini, Victor Bertucci Neto editores. -- São  
Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2010.  
154 p.

ISBN:

1. Reciclagem. 2. Meio ambiente. 3. Agricultura. 4. Agroenergia. 5. Novos materiais.  
6. Seqüestro de carbono. 7. Solos. 8. Lodo de esgoto. 9. Substância húmicas. 10. Águas  
residuárias. I. Milori, Débora Marcondes B. P. II. Martin-Neto, Ladislau.  
III. Silva, Wilson Tadeu Lopes da. IV. Marconcini, José Manoel. V. Bertucci Neto, Victor.

CDD 21 ED 628.4458  
631  
363.7

---

© Embrapa 2010

## CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA DE SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOSSÓLIDO: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQÜESTRO DE CARBONO

Tânia L. de Almeida<sup>(1)</sup>; Lívia Botacini F. Pigatin<sup>(2)</sup>; Lilian Fernanda de A. Martelli<sup>(2)</sup>; Mariani Mussi<sup>(1)</sup>; Wilson Tadeu L. da Silva<sup>(1)</sup>; Ladislau Martin-Neto<sup>(1)</sup>; Débora Marcondes Bastos Pereira Milori<sup>(1)</sup>

(1) Embrapa Instrumentação Agropecuária; (2) Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos [tlalmeida@yahoo.com.br](mailto:tlalmeida@yahoo.com.br)

Plano de Ação: PA 3 n° 02.07.06.003.00.03

**Resumo** -No contexto atual das interações entre as mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil podem ser apresentadas algumas contribuições para o não agravamento do efeito estufa e a minimização dos impactos das mudanças climáticas. A agricultura pode ser uma aliada importante para a mitigação da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera. Pela fotossíntese pode-se converter o CO<sub>2</sub> da atmosfera em massa vegetal e, além disso, por meio de um manejo adequado desta massa pode-se reter parte do carbono no solo caracterizando um “seqüestro de carbono” da atmosfera pelo solo. Desta forma este estudo avaliou o grau de humificação de solos submetidos a adição de bio sólido em áreas com cultivo de Eucalipto, procurando relacionar o potencial de seqüestro de carbono do solo sob este tipo de tratamento.

**Palavras-chave:** bio sólido, solo, fluorescência induzida por laser.

### Introdução

Alternativas viáveis para a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> pela agricultura seria a possibilidade de seqüestro de C pelo solo por meio de ações de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, sistemas de integração lavoura-pecuária (NICOLOSO, 2005), como a utilização de pastagens de gramíneas da espécie *Brachiaria* (BOLINDER et al., 1999; BODDEY et al., 2001) e o uso de práticas conservacionistas de manejo, como o sistema de plantio direto (PD) (BAYER et al., 2006; LAL, 2004) ou até mesmo pelo uso de lodo de esgoto em plantações de eucalipto (SCHALCH et al., 2008).

Dentre as alternativas para a disposição final desse resíduo, o uso agrícola mostra-se bastante viável, pois o bio sólido contém matéria orgânica e nutrientes que exercem papel importante na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (MELO et al., 1997), apesar das eventuais restrições relacionadas à presença de metais pesados e contaminantes.

A Espectroscopia de Fluorescência Induzida por Laser (FIL) aplicada a solos é uma nova metodologia que tem se mostrado eficiente na determinação do grau de humificação da matéria orgânica de solos, fornecendo resultados de forma simples, rápida e sem a necessidade de fracionamento químico, permitindo estudar a matéria orgânica do solo em condições próximas das naturais. Além disso, pode ser aplicada a amostras de solo com alto teor de óxidos de ferro, como os Latossolos (MILORI et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o grau de humificação de solos submetidos a adição de bio sólido em áreas com cultivo de Eucalipto, procurando relacionar o potencial de seqüestro de carbono do solo sob este tipo de tratamento.

### Materiais e métodos

As amostras de solos foram coletadas no 2º e 6º ano de um experimento em campo, instalado, em áreas submetidas e não à adição de bio sólido. Os solos foram coletados em plantios clonais comerciais de *Eucalyptus grandis*, nas profundidades 0 a 10cm e 10 a 20cm, com três repetições por talhão, nas fazendas Entre Rios (Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura média leve, teor de argila de 16 a 20%) e Areona (Neossolo Quartzarênico Órtico típico, A moderado, fase cerrado, relevo plano, teor de argila de 5 a 12%), no município de Itatinga, SP.

O experimento consistiu na coleta de amostras de solos submetidos a tratamentos distintos, sendo: AN 36 (plantio em 2008 e, é uma área que não ocorrera aplicação de biofósforo); AN 254 (plantio em 2008 e área com aplicação de 2 t ha<sup>-1</sup> de biofósforo); ER 228 (plantio em 2004 e, é uma área que não ocorrera aplicação de biofósforo); e ER 60 (plantio em 2004 e área com aplicação de 2 t ha<sup>-1</sup> de biofósforo)

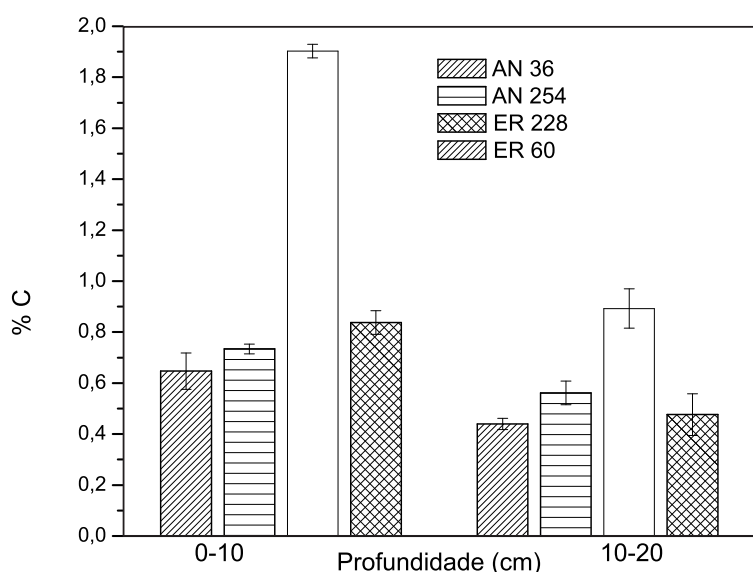
Após a coleta as amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas a 0,5 mm. A determinação do teor de carbono foram realizadas por um analisador elementar Carlo Erba EA-1110.

Para as pastilhas de solo as amostras foram trituradas e pastilhadas, com a prensagem em uma forma de aço (8 ton) nas dimensões de 1 cm de diâmetro, 2 mm de espessura e aproximadamente 0,5 g de massa. A utilização de pastilhas de solo deve-se à sua fácil manipulação em laboratório e à superfície plana das suas faces, ideal para a análise de FIL. Os espectros de emissão de FIL foram obtidos com as pastilhas supramencionadas, sendo que a excitação das amostras de solo foi feita com um laser de argônio sintonizado na linha de 458 nm com uma potência de 300 mW. A fluorescência emitida foi coletada com uma lente convergente com foco sobre um monocromador da marca CVI (1200 g/mm e "blaze" em 500 nm). A detecção foi realizada com uma fotomultiplicadora Hamamatsu com pico de resposta espectral em 530 nm. O sinal da fotomultiplicadora foi amplificado e retificado por um amplificador "lock-in" e, em seguida, enviado para um sistema de aquisição controlado por um computador. A resolução espectral deste sistema para fluorescência de solos é em torno de 4 nm. A partir dos resultados experimentais, foi calculado o grau de humificação ( $H_{FIL}$ ) das amostras de solo. A proposta de cálculo deste índice de humificação é a razão entre o valor da área do espectro de emissão de fluorescência (ACF) e o valor de carbono total (CT) presente na amostra de solo (MILORI et al., 2006), de acordo com a equação:

## Resultados e discussão

A Figura 1 mostra que na camada superficial de 0-10 cm a unidade produtiva AN 254, que recebeu biofósforo teve um aumento na % C, se comparada a área que não recebeu o tratamento com o biofósforo (AN 36).

Ainda nessa profundidade, amostras retiradas da unidade produtiva ER, mostraram que houve uma diminuição da %C no local onde foi feita a aplicação de biofósforo. Já na camada subsuperficial de 10-20 cm a unidade produtiva AN 254, que recebeu biofósforo teve um aumento na % C, se comparada a área que não recebeu o tratamento com o biofósforo ( AN 36) conforme visto na Figura 1.



**Figura1:** Análise da porcentagem de carbono presente nas amostras sob diferentes tratamentos nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm

Ainda nessa profundidade, amostras retiradas da unidade produtiva ER, mostraram que houve uma diminuição da %C no local onde foi feita a aplicação de biofóssido.

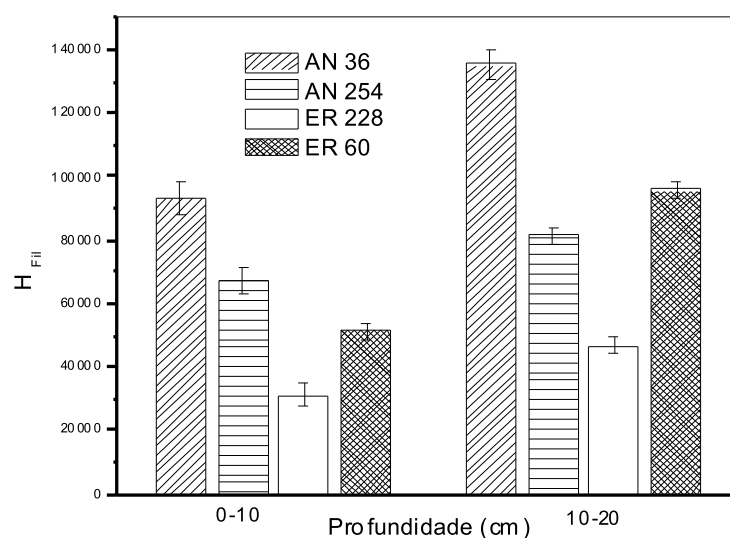
A Figura 1 mostra que através das análises do teor de carbono para as amostras das diferentes condições analisadas apresentaram queda nas profundidades consideradas, sendo sensivelmente mais pronunciada em áreas sujeitas a aplicação de biofóssido, principalmente na condição ER 228, que apresenta Latossolo Vermelho, com teor de argila de 16 a 20%. A condição observada neste estudo é então confirmada por Guggenberger et al. (1995), que observam que solos arenosos geralmente apresentam menor conteúdo de matéria orgânica que solos ricos em silte ou argila, uma vez que a matéria orgânica associada à areia não está protegida em complexos organo-minerais. Na presença de silte ou argila ocorre a formação desses complexos, os quais contribuem para uma maior estabilização do material orgânico, tornando-o menos susceptível a variações de umidade e temperatura. Esta diminuição pode ser atribuída à degradação do carbono da fração lábil, causada pelo aumento da atividade microbiana relacionada à ação do biofóssido no solo.

De acordo com Falkiner e Smith (1997), a utilização de biofóssido pode alterar a taxa de degradação da matéria orgânica, causando uma diminuição no teor de carbono do solo. Os autores também lembram que ele pode causar uma alteração no processo de ciclagem de carbono no solo. A situação citada é preocupante, pois representa, entre outros fatores, a perda de matéria orgânica do solo, que podem causar limitações na fertilidade do solo e da estrutura e, possível perda de carbono. Esta perda pode ocasionar incremento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, causando aumento na concentração de gases de efeito estufa, contribuindo negativamente para o cenário de aquecimento global.

As análises da porcentagem de carbono demonstraram sensíveis valores maiores para as camadas superficiais. No tratamento ER 228 foi observado teores mais elevados para as amostras de 0-10 cm e 10-20 cm. Essa área experimental teve o plantio de Eucalipto em 2004, apresentando um tempo significativo para aporte de material orgânico ao solo e possíveis transformação desse material.

Avaliando esse tratamento da Fazenda experimental Entre Rios, observa-se uma diminuição da porcentagem de nas profundidades estudadas e em relação a aplicação de biofóssido. A diminuição observada na área experimental entre unidades produtivas que receberam (ER 60) e não receberam (ER 228) biofóssido pode ter sido ocasionada pelo *efeito priming*, o qual consiste no consumo da matéria orgânica aportada e estável devido ao aumento da atividade microbiana no solo (FONTAINE et al., 2007).

Os dados obtidos por espectroscopia de FIL, mostrou na Figura 2 que são complementares aos dados de teor de carbono obtido.



**Figura 2:** Grau de humificação ( $H_{FIL}$ ). Os resultados gráficos obtidos por fluorescência induzida por laser para amostras de solo submetido a diferentes tipos de tratamento.

As amostras das áreas com aplicação de biossólido apresentaram maior grau de humificação em comparação com as amostras coletadas nas áreas não tratadas. Assim, maiores efeitos da aplicação do biossólido foram observadas nas amostras de AN 36 para ambas profundidades, apresentando-se mais significativa para a profundidade de 10 – 20 cm. A aplicação de biossólido pode alterar a degradação da matéria orgânica devido ao aumento na atividade microbiana do solo e, conseqüentemente, maior degradação da fração lábil do carbono no solo, mantendo-se a fração mais recalcitrante. Esta fração mais recalcitrante leva a um aumento no grau de humificação da matéria orgânica, como detectado pelo FIL.

## Conclusões

A adição de biossólido resultou no aumento dos teores de carbono para os dois solos estudados e na diminuição do grau de humificação na profundidade de 10-20 cm. Essa diminuição pode ser atribuída à incorporação de compostos menos humificados procedentes do biossólido. Através dos resultados obtidos observou-se que a camada superficial do solo submetido ao plantio de *Eucalypto grandis* apresenta menor humificação quando comparado a camada superficial dos tratamentos. Isso ocorre em função do maior aporte de matéria orgânica fresca que é conferido ao biossólido. As condições de plantio e de aplicação de biossólido, entre outros compostos e efluentes orgânicos no solo requerem mais estudos, pois este estudo evidencia que a perda de matéria orgânica do solo pode ocasionar incremento de CO<sub>2</sub> na atmosfera, causando aumento na concentração de gases de efeito estufa, contribuindo negativamente para o cenário de aquecimento global.

## Agradecimentos

CNPq, EMBRAPA.

## Referências

- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two brazilian cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 86, n. 2, p. 237-245, 2006.
- BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Use of delta 15N technique to estimation of biological nitrogen fixation in grasses and cereals. **Australian Journal of Plant Physiology**, Beltsville, v. 28, p. 889-895, 2001.
- BOLINDER, M. A.; ANGERS, D. A.; GIROUX, M. Estimating C inputs retained as soil organic matter from corn (*Zea Mays* L.). **Plant and Soil**, The Hague, v. 215, n. 1, p. 85-91, 1999.
- FALKNER, R. A.; SMITH, C. J. Change in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 35, p. 131-147, 1997.
- FONTAINE, S.; BAROT, S.; BARRÉ, P.; BDIQUI, N.; MARY, B.; RUMPEL, C. Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. **Nature**, London, v. 450, p. 277-281, 2007.
- GUGGENBERGER, G.; ZECH, W.; THOMAS, R. J. Lignin and carbohydrate alteration in particle size separates of an Oxisol under Tropical pastures following natives savanna. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 27, p. 1629– 1638, 1995.
- LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, [S. l.], v. 304, p. 1623-1627, 2004.
- MELO, W. J.; MELO, G. M. P.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, V. P.; TONANNI, C. Reciclagem de resíduos orgânicos: oportunidade comercial com conservação ambiental. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2., nov. 1997, São Carlos, SP. **Anais...[Resumos...]**. São Carlos: Embrapa-CNPq, 1997.

MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIECKOW, J.; GONZÁLEZ-PERÉZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 70, p. 57-63, 2006.

NICOLOSO, R. S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto**. 2005. 149 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SCHALCH, V.; LIRA, A. C.; GUEDES, M. C.; Reciclagem de lodo de esgoto em plantação de Eucalipto: Carbono e Nitrogênio. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.13, n. 2, p. 207 –216, 2008.