

CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLOS SUBMETIDOS À ADIÇÃO DE LODO DE ESGOTO UTILIZANDO FLUORESCÊNCIA INDUZIDA POR LASER (FIL)

CHARACTERIZATION OF THE ORGANIC MATTER FROM SOILS UNDER SEWAGE SLUDGE APPLICATIONS BY LASER-INDUCED FLUORESCENCE

MARTINS, M.E.^{1,2}; FAVORETTO, L.B.^{1,3}; SANTOS, L.M.^{1,4}; MELO, G.M.P.⁵; MELO, W.J.⁵; MILORI, D.M.B.P.¹, MARTIN-NETO, L.¹

¹ Embrapa Instrumentação Agropecuária, Caixa Postal 741, 13560-970 São Carlos, SP

² Universidade de São Paulo, São Carlos, SP

³ Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG

⁴ Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

⁵ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, SP
e-mail: matheus.martins@usp.br

Resumo

O lodo de esgoto é um resíduo que exige soluções adequadas para o seu tratamento e disposição final. Uma delas é a sua aplicação em solos cultivados, prática bastante difundida que tem a vantagem de aumentar a quantidade de matéria orgânica e nutrientes do solo, apesar das restrições devido à presença de metais pesados, patógenos e outros eventuais contaminantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o grau de humificação de dois solos— Latossolo Vermelho eutroférico e Latossolo Vermelho distrófico— após 8 anos de adição de lodo de esgoto em um experimento em campo, instalado em 1997 em área localizada em Jaboticabal-SP. O lodo de esgoto foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri-SP. As amostras foram coletadas na camada 0-20 cm. Foram realizadas determinações dos teores totais de carbono e medidas de Fluorescência induzida por Laser permitiram a determinação do grau de humificação das amostras de solos. Os resultados obtidos mostraram que a adição de lodo de esgoto promoveu aumento dos teores de carbono para os dois solos estudados e diminuição do grau de humificação para o LVd. Esse aumento no teor de carbono evidencia a importância do uso desse resíduo como fonte de matéria orgânica para os solos. A diminuição no grau de humificação pode ser atribuída à incorporação de compostos menos humificados procedentes do lodo de esgoto.

Abstract

The sewage sludge is a waste that requires appropriate solutions to its treatment and final discharge. One of them is its application in cultivated soils, which is a widespread practice with the advantage of increasing the amount of organic matter and nutrients in the soil, despite restrictions on the presence of heavy metals, pathogens and other possible contaminants. The aim of this work was to evaluate the humification index of two soils—Typic Eutrorthox and Typic Haplorthox— after 8 years of sewage sludge application in a experimental field installed in 1997 in an area placed in Jaboticabal-SP. The sewage sludge was coming from the Wastewater Treatment Plant of Barueri-SP. The samples were collected from the layer 0-20 cm. Carbon total determinations were made and Spectroscopy of Laser-induced Fluorescence measures allowed to determine the degree of humification of the soil samples. The results showed that the sewage sludge addition promoted an increase of the carbon contents in both evaluated soils and a decrease in the degree of humification to Typic Haplorthox. This increase in the carbon content shows the importance of the sewage sludge utilization as a source of organic matter to soils. The decrease in the degree of humification can be attributed to the incorporation of fewer humified compounds from the sewage sludge.

Introdução

O destino final do lodo gerado nas estações de tratamento de esgotos tem se apresentado como um dos principais problemas da cadeia "coleta— tratamento— disposição final", gerando preocupação quanto aos seus eventuais impactos e riscos ambientais (Jordão e Pessoa, 2005). Dentre as alternativas para a disposição final desse resíduo, o uso agrícola

mostra-se bastante viável, pois o lodo de esgoto 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, agentes patogênicos e outros 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, 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, tem a vantagem de poder ser aplicada a solos com altos teores de óxidos de ferro, como os Latossolos (Milori et al., 2006).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos na matéria orgânica e no respectivo grau de humificação de dois Latossolos submetidos à adição de lodo de esgoto durante 8 anos consecutivos, utilizando a metodologia de FIL.

Material e Métodos

As amostras de solos foram coletadas no 8º ano de um experimento em campo, instalado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP em Jaboticabal-SP (21°15'22" S e 48°15'18" W, altitude 618m), em áreas submetidas e não à adição de lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), localizada em Barueri-SP, sob plantio de milho até o 6º ano, girassol no 7º ano e crotalária no 8º ano. Os solos analisados são classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos Embrapa (1999) em Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e Latossolo Vermelho distrófico (LVd).

O experimento consistiu na coleta de amostras de solos na camada superficial de 0-20 cm submetidos a quatro tratamentos distintos: T0, referente à testemunha, sem fertilização mineral no 1º ano agrícola (1997/98) e submetido à fertilização mineral com base na análise de terra nos anos agrícolas seguintes; T5; T10 e T20, com adição de 5,10 e 20 t ha⁻¹ de lodo de esgoto em base seca, respectivamente. Após a coleta as amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas a 0,5 mm.

A determinação do teor de carbono foi realizada no equipamento LECO model 2000, pertencente ao CENA-USP. As medidas de FIL foram realizadas com pastilhas de solo obtidas pela prensagem do solo em uma forma de aço (8 ton) com 1 cm de diâmetro, 2 mm de espessura e cerca de 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 realizada 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 Figura 1 apresenta o aparato experimental para a análise de FIL.

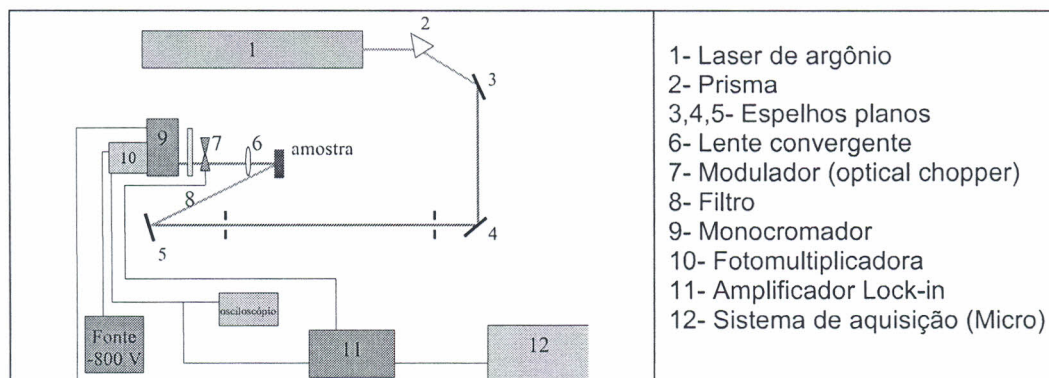


Figura 1. Sistema para medidas de Fluorescência Induzida por Laser (Fonte: Milori et al., 2006)

A partir dos resultados experimentais, foi calculado o grau de humificação (H_{FIL}) das amostras de solo. A proposta de cálculo deste índice é a razão entre o valor da área do espectro de emissão de fluorescência (ACF) e o valor de carbono total (C_T) presente na amostra de solo (Milori et al., 2006), de acordo com a equação:

$$H_{FIL} = \frac{ACF}{C_T}$$

Resultados e Discussão

Na Figura 2, são apresentados os teores de carbono total (%) para as amostras de solos. A partir dos resultados obtidos pode-se observar um maior teor de carbono para o LVef, quando comparado ao LVd. Essa variação é provavelmente devida à diferença textural apresentada pelos solos analisados. Resultados anteriores (Santos et al., 2006) mostraram os seguintes teores para os mesmos solos estudados: 59% de argila e 21% de areia para o LVef, e 36% de argila e 59% de areia para o LVd. Segundo Guggenberger et al. (1995), 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.

Os resultados obtidos mostraram que as aplicações sucessivas de lodo de esgoto (T5, T10, T20) ao LVd promoveram um aumento nos teores de carbono total. Para o LVef, esse aumento foi observado apenas a partir dos tratamentos T10 e T20. Esses resultados evidenciam a importância do uso desse resíduo como fonte de matéria orgânica para os dois solos estudados.

Na Figura 3 é apresentado o H_{FIL} das amostras de solos LVef e LVd submetidas ou não à adição de lodo de esgoto. A partir dos resultados obtidos pode-se observar uma diminuição no H_{FIL} do LVd devida à adição de lodo esgoto ao solo. Tal resultado pode ser atribuído à incorporação de compostos menos humificados procedentes do lodo de esgoto (González-Pérez et al., 2006). Não houve variações significativas no H_{FIL} do LVef, provavelmente devido aos mecanismos de proteção da matéria orgânica existentes neste solo, o qual é mais argiloso. Bayer et. al (2006) observaram uma maior estabilidade da matéria orgânica nas frações argila e silte fino de solos em comparação com as frações grosseiras, como areia e silte grosso. Assim, a maior estabilidade da matéria orgânica devida às características texturais do solo pode explicar as menores alterações no H_{FIL} verificadas para o LVef.

Conclusões

A adição de lodo de esgoto resultou no aumento dos teores de carbono para os dois solos estudados e na diminuição do grau de humificação, detectada pelo parâmetro H_{FIL} para o LVd. Essa diminuição pode ser atribuída à incorporação de compostos menos humificados procedentes do lodo de esgoto. Complexos organo-minerais presentes no LVef parecem influir de forma relevante no teor de carbono e no grau de humificação das amostras, comprovando que características físico-químicas dos solos estão diretamente relacionadas às propriedades e estabilidade da matéria orgânica neles presentes.

Referências

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. (2006) **Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till**. Soil & Tillage Research 86: 237-245.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (1999) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. 412p.

GONZÁLEZ-PÉREZ, M., MARTIN-NETO, L.; COLNAGO, L. A.; MILORI, D.M.B.P.; CAMARGO, O. A.; BERTON, R.; BETTIOL, W. (2006). **Characterization of humic acids extracted from**

sewage sludge-amended oxisols by electron paramagnetic resonance. *Soil & Tillage Research* 91: 95-100.

GUGGENBERGER, G.; ZECH, W.; THOMAS, R. J. (1995) **Lignin and carbohydrate alteration in particle size separates of an Oxisol under Tropical pastures following natives savanna.** *Soil Biology & Biochemistry*; 27:1629– 1638.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. (2005) **Tratamento de Esgotos Domésticos**, 4^a ed., R. de

MELO, W. J.; MELO, G. M. P.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, V. P.; TONANNI, C. (1997) **Reciclagem de resíduos orgânicos: oportunidade comercial com conservação ambiental.** Anais do 2º Encontro Brasileiro Sobre Substâncias Húmicas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária. São Carlos, SP.

MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIEKOW, J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. (2006) **Organic matter study of whole soil sample using laser-induced fluorescence spectroscopy.** *Soil Science Society American Journal*, v. 70, p.57-63.

SANTOS, L. M. (2006) **Dinâmica da matéria orgânica e destino de metais pesados em dois solos submetidos à adição de lodo de esgoto.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Química de São Carlos. 129p. São Carlos, SP.

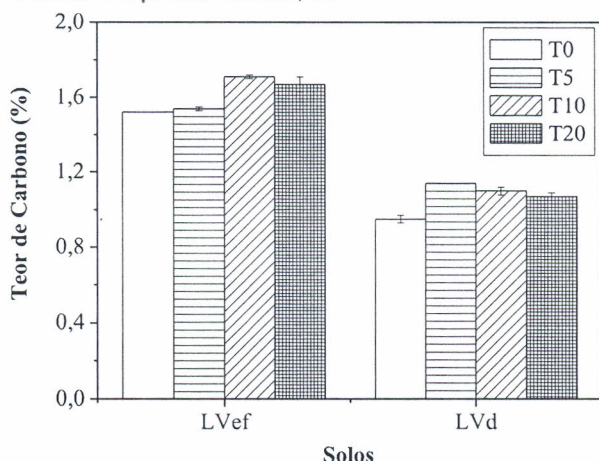


Figura 2. Teores de Carbono Total (%) para as amostras de solos, LVeF e LVd, testemunha (T0) e com a adição de lodo de esgoto (T5, T10 e T20).

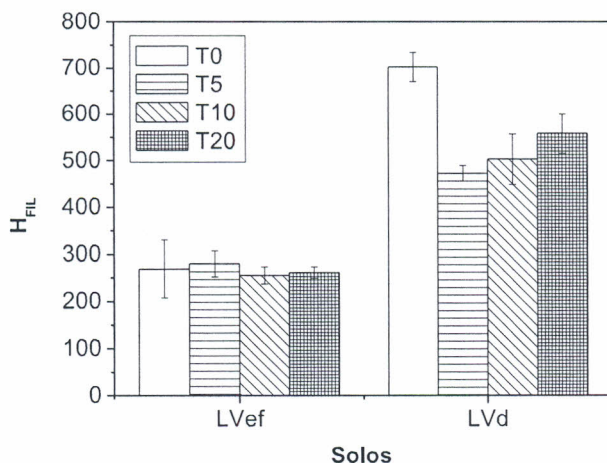


Figura 3. Grau de Humificação (H_{FIL}) para as amostras de solos, LVeF e LVd, testemunha (T0) e com a adição de lodo de esgoto (T5, T10 e T20).