

# XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS  
& DESAFIOS  
da Ciência do  
Solo brasileira

De 05 a 10 de  
agosto de 2007

Serrano Centro de  
Convenções  
Gramado/RS



XXXI  
CONGRESSO BRASILEIRO  
DE CIÊNCIA DO SOLO  
CONQUISTAS & DESAFIOS  
da Ciência do  
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Realização:



Promoção:



Apoio:



Patrocínio:



STORAENSO



Votorantim | Celulose e Papel





XXXI  
CONGRESSO  
BRASILEIRO  
DE CIÊNCIA  
DO SOLO

CONQUISTAS  
& DESAFIOS  
da Ciência do  
Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

## Avaliação do grau de humificação da matéria orgânica de solos com aplicação de águas residuárias

Cleber Hilário dos Santos<sup>(1)</sup>, Robson Marcel da Silva<sup>(1)</sup>, Kelly Mayumi Narimoto<sup>(2)</sup>, Larissa Macedo dos Santos<sup>(2)</sup>, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori<sup>(3)</sup>, Ladislau Martin-Neto<sup>(3)</sup>, Célia Regina Montes<sup>(4)</sup> & Adolpho José Melfi<sup>(5)</sup>

**RESUMO** – Em todo o mundo existe uma crescente competição pelo uso de água entre diversos setores da sociedade. O consumo de água na agricultura é grande em relação a outros tipos de uso, podendo afetar a disponibilidade deste recurso para a população urbana se este não for bem administrado. No Brasil, a agricultura consome cerca de 61% da água doce total [1].

Entre as diferentes alternativas utilizadas pelas sociedades contemporâneas para solucionar ou minimizar este problema, visando à utilização racional e eficiente desse precioso recurso natural, o reuso de águas residuárias é uma opção viável econômica e ambientalmente correta. Um ponto importante que favorece a utilização de efluente de esgoto tratado (EET) na irrigação de culturas é o fato do solo, juntamente com as plantas, atuar como “filtro vivo”, absorvendo e retendo nutrientes e poluentes.

Este trabalho propõe-se a estudar as alterações na matéria orgânica (MO) de solos agrícolas submetidos à adição de efluentes gerados na estação de tratamento de esgoto (ETE) através da técnica de fluorescência induzida por laser (FIL) e determinação do carbono orgânico total (COT), com o intuito de avaliar o grau de humificação e os teores de carbono no solo.

O solo em estudo trata-se de um Argissolo Vermelho Distrófico Latossólico cultivado com capim-Bermuda Tifton 85 submetido a diferentes tratamentos com e sem aplicação de águas residuárias.

Os resultados mostraram que a MO do solo apresenta um aumento no grau de humificação com a profundidade no solo, comportamento similar ao já observado na literatura [13].

Também foi observada uma redução na quantidade de COT com a profundidade do solo. Esta redução do teor de carbono para os solos irrigados em relação ao solo sem irrigação, provavelmente pode ter sido ocasionada pelo aumento da umidade, promovendo um aumento da atividade microbiana.

Os efluentes podem alterar a taxa de decomposição da MO do solo, ocasionando diminuição nos teores de carbono, devido o fato da taxa de mineralização ser altamente dependente do potencial de água no solo.

### Introdução

A matéria orgânica (MO) do solo é constituída de uma mistura heterogênea de compostos em vários

estágios de decomposição, resultantes da degradação biológica de resíduos de plantas e animais, e da atividade sintética de microrganismos.

A MO é, atualmente, vista como o fator mais importante no desenvolvimento e manejo do solo, afetando sua qualidade e, conseqüentemente, a sustentabilidade agrícola.

A disposição de efluente de esgoto tratado (EET) no solo altera suas características químicas, físicas e biológicas [2,3,4].

Carbono e nitrogênio orgânicos do EET são admitidos como sendo, principalmente, algas mortas com uma rápida velocidade de decomposição. Portanto, a disposição de EET no solo implica na adição de N-orgânico e C-orgânico, os quais são adicionados como carboidratos na fração da matéria orgânica fresca [10].

Como a adição de EET no solo consiste no aporte de C e N nas diferentes formas (mineral e orgânica), têm sido comum na literatura referências ao aumento nos teores de CT (carbono total), NT (nitrogênio total) e na atividade microbiana do solo mediante a disposição de águas residuárias, mais pronunciadamente em solos que vem recebendo efluentes por longo período [11,4].

Por outro lado, os efluentes podem alterar a taxa de decomposição da MO do solo, ocasionando diminuição nos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) [5]. Pelo fato da taxa de mineralização ser altamente dependente do potencial de água no solo [6,7], o fator umidade constante (mediante irrigação), associado às altas temperaturas, promove uma rápida mineralização do material orgânico adicionado ao solo [8]. Assim, a irrigação com efluente, tem o potencial de modificar os processos de ciclagem do N e também do C, pelo fato de aumentar a água no solo para teores que estimulam a atividade de decomposição da matéria orgânica [9,5].

Este trabalho propõe-se a estudar as alterações na MO de solos sob pastagem submetidos à adição de efluentes gerados numa estação de tratamento de esgoto (ETE) através de técnicas como Fluorescência Induzida por Laser (FIL) e Carbono Orgânico Total (COT), com o intuito de avaliar o grau de humificação e os teores de carbono no solo.

**Palavras-Chave:** águas residuárias, matéria orgânica, grau de humificação.

### Material e métodos

Foram coletadas aleatoriamente amostras compostas de solo das camadas superficiais (0-10 e 10-20 cm) e subsuperficiais (20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) nas parcelas experimentais de um solo Argissolo Vermelho Distrófico Latossólico, de textura média argilosa [12], cultivado com capim-Bermuda Tifton 85. Foram coletadas doze e seis subamostras para formar uma amostra composta para cada uma das camadas superficiais e subsuperficiais, respectivamente. As amostras compostas de solo, após serem coletadas, foram secas ao ar e peneiradas em peneira de malha de 212 µm para a obtenção da fração de terra fina seca ao ar.

As amostras de solo intacto foram analisadas por FIL e por COT.

O solo foi coletado por meio de trado holandês desde a superfície até, em geral, 100cm de profundidade.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados com seis tratamentos e três repetições. (i) SI (branco) - sem irrigação e sem fertilização nitrogenada mineral - FNM; (ii) E100 - irrigação com efluente e 100% (520 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) da dose recomendada de FNM para o capim Tifton - 85; (iii) E66 - irrigação com efluente e 66% (343,2 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) da FNM; (iv) E33 - irrigação com efluente e 33% (171,6 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) da FNM; (v) E0 - irrigação com efluente e 0% (0 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) da FNM; (vi) W100 (controle) - irrigação com água de consumo e 100% (520 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) da FNM.

#### *Determinação do Carbono Orgânico Total (COT)*

A determinação da porcentagem de carbono orgânico total (COT) foi realizada para as amostras de solo. As medidas foram realizadas no equipamento Total Organic Carbon Analyzer, modelo TOC-V, marca Shimadzu, acoplado ao Solid Sample Module, SSM-500A, da marca Shimadzu, pertencente ao laboratório de Química Ambiental do Instituto de Química de São Carlos (USP) - SP.

#### *Fluorescência induzida por laser (FIL)*

As amostras utilizadas nessas análises foram pastilhas de solo. A montagem experimental do sistema de FIL está mostrada na fig. 1 [13]. A excitação da fluorescência foi feita com um laser de argônio (Coherent - modelo Innova 90C), sintonizado na linha de 458 nm com uma potência de 300 mW.

Conforme ilustra a fig. 1, na saída do laser foi colocado um prisma para remover a fluorescência de fundo do gás. A fluorescência das amostras foi coletada por uma lente convergente e focalizada sobre a fenda do monocromador. A detecção foi feita através de uma fotomultiplicadora e em seguida o sinal elétrico passa por um amplificador Lock-in e é enviado para o sistema de aquisição de dados. Neste sistema a emissão de fluorescência espalhada foi medida providenciando informações sobre estruturas presentes na superfície da amostra.

Como cada pastilha de solo possui duas faces ideais para as medidas de FIL, foram medidos dois espectros para cada pastilha.

O grau de humificação ( $H_{FIL}$ ) da MO foi obtido através da razão entre a área do espectro de emissão de fluorescência com excitação em 458 nm (ACF) e a concentração de carbono orgânico total (COT), ou seja,  $H_{FIL} = (ACF/COT)$ . A razão entre ACF e COT visa normalizar a concentração de fluoróforos pela concentração de C orgânico na amostra. A excitação no azul é mais ressonante com estruturas humificadas conforme observado por [14], e por isso foi utilizada neste estudo com FIL.

#### **Resultados e Discussão**

Como pode ser observado na tabela 1, houve uma redução na quantidade de COT com a profundidade do solo. Esta redução do teor de carbono para os solos irrigados em relação ao solo sem irrigação, provavelmente pode ter sido ocasionada pelo aumento da umidade, promovendo um aumento da atividade microbiana.

Os efluentes podem alterar a taxa de decomposição da MO do solo, ocasionando diminuição nos teores de carbono, devido o fato da taxa de mineralização ser altamente dependente do potencial de água no solo.

Assim, a irrigação com efluente, tem o potencial de modificar os processos de ciclagem do N e também do C, pelo fato de aumentar a água no solo para teores que estimulam a atividade de decomposição da matéria orgânica [9,5].

Os resultados do grau de humificação obtido através da técnica de FIL das amostras de solo nas diferentes profundidades dos tratamentos analisados estão representados na fig. 2.

Observou-se uma ligeira tendência no aumento do grau de humificação dos solos com aplicação de águas residuárias (E33) em relação aos tratamentos sem irrigação (SI) e com irrigação com água de consumo (W100).

As amostras apresentaram um aumento no grau de humificação com a profundidade do solo. Este comportamento pode ser atribuído ao grande aporte de matéria orgânica fresca na superfície do solo causando um efeito de diluição do material orgânico mais recalcitrante.

#### **Conclusão**

A irrigação com efluente alterou a taxa de decomposição da MO do solo, ocasionando uma redução nos teores de C para os solos irrigados em relação ao solo sem irrigação.

Foi possível observar um ligeiro aumento no grau de humificação dos solos com aplicação de águas residuárias (E33) em relação aos tratamentos com água de consumo (W100) e sem irrigação (SI).

Com o aumento da profundidade, houve um incremento no grau de humificação dos solos submetidos à aplicação de águas residuárias.

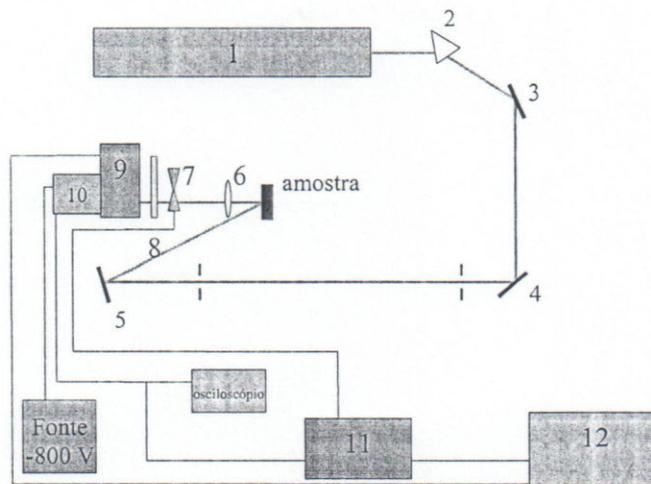
#### **Agradecimentos**

Embrapa Instrumentação Agropecuária - São Carlos, SP.  
Instituto de Química de São Carlos - USP - SP.

Aos professores Célia Regina Montes (CENA-USP) e Adolpho José Melfi (ESALQ-USP) que forneceram a área experimental para obtenção das amostras utilizadas neste estudo.

### Referências

- [1] CHRISTOFIDIS, D. Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: O caso da bacia do rio São Francisco. Universidade de Brasília, Brasília DF, 2001, 424p.
- [2] BOUWER, H.; CHANEY, R.L. Land treatment of wastewater. *Advances in Agronomy*, v.26, p.133-176, 1974.
- [3] FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.
- [4] FRIEDEL, J.K.; LANGER, T.; SIEBE, C.; STAHR, K. Effects of long-term waste water irrigation on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. *Biology and Fertility Soils*, v.31, p.414-421, 2000.
- [5] FALKNER, R.A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, v.35, p.131-147, 1997.
- [6] STANFORD, G.; EPSTEIN, E. Nitrogen mineralization-water relations in soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.38, p.99-102, 1974.
- [7] MYERS, R.J.K.; CAMPBELL, C.A.; WEIER, K.L. Quantitative relationship between net nitrogen mineralization and moisture content of soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v.62, p.111-124, 1982.
- [8] ARTIOLA, J.F.; PEPPER, I.L. Longterm influence of liquid sewage sludge on the organic carbon and nitrogen content of a furrow-irrigated desert soil. *Biology and Fertility of Soils*, v.14, p.30-36, 1992.
- [9] POLGLASE, P.J.; TOMPKINS, D.; STEWART, L.G.; FALKNER, R.A. Mineralization and leaching of nitrogen in an effluent-irrigated pine plantation. *Journal of Environmental Quality*, v.24, p.911-920, 1995.
- [10] SNOW, V.O.; SMITH, C.J.; POLGLASE, P.J.; PROBERT, M.E. Nitrogen dynamics in a eucalypt plantation irrigated with sewage effluent or bore water. *Australian Journal of Soil Research*, v.37, p.527-544, 1999.
- [11] QUIN, B.F.; WOODS, P.H. Surface irrigation of pasture with treated sewage effluent. I. Nutrient status of soil and pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.21, p.419-426, 1978.
- [12] EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- [13] MILORI, D.M.B.P.; GALETI, H.V.A.; MARTIN-NETO, L.; DIECKOW, J.; GONZÁLEZ-PEREZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. *SOIL SCI SOC AM J* 70, n. 1, p. 57-63, 2006.
- [14] MILORI, D. M. B. P.; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. AND BAGNATO, V. S. Humification degree of soil humic acid determined by fluorescence spectroscopy, *SOIL SCIENCE* 167(11):739-749, 2002.



**Figura 1:** Sistema para medida de Fluorescência Induzida por Laser. 1- Laser de argônio; 2- Prisma; 3,4,5- Espelhos planos; 6- Lente convergente; 7- Modulador (optical chopper); 8- Filtro; 9- Monocromador; 10- Fotomultiplicadora; 11- Amplificador Lock-in; 12- Sistema de aquisição (Micro).

**Tabela 1:** Dados referentes à porcentagem de carbono orgânico total (COT) obtido pela técnica TOC das amostras de solo.

Tratamentos	Profundidades (cm)	%COT
E0 - 1	0 - 10	0,61
E0 - 2	10 - 20	0,52
E0 - 3	20 - 40	0,49
E0 - 4	40 - 60	0,48
E0 - 5	60 - 80	0,38
E0 - 6	80 - 100	0,32
E33 - 1	0 - 10	0,58
E33 - 2	10 - 20	0,48
E33 - 3	20 - 40	0,48
E33 - 4	40 - 60	0,40
E33 - 5	60 - 80	0,32
E33 - 6	80 - 100	0,26
E66 - 1	0 - 10	0,58
E66 - 2	10 - 20	0,53
E66 - 3	20 - 40	0,47
E66 - 4	40 - 60	0,46
E66 - 5	60 - 80	0,35
E66 - 6	80 - 100	0,29
E100 - 1	0 - 10	0,58
E100 - 2	10 - 20	0,48
E100 - 3	20 - 40	0,43
E100 - 4	40 - 60	0,40
E100 - 5	60 - 80	0,32
E100 - 6	80 - 100	0,26
SI - 1	0 - 10	0,71
SI - 2	10 - 20	0,56
SI - 3	20 - 40	0,53
SI - 4	40 - 60	0,52
SI - 5	60 - 80	0,36
SI - 6	80 - 100	0,30
W100 - 1	0 - 10	0,60
W100 - 2	10 - 20	0,57
W100 - 3	20 - 40	0,49
W100 - 4	40 - 60	0,46
W100 - 5	60 - 80	0,37
W100 - 6	80 - 100	0,29

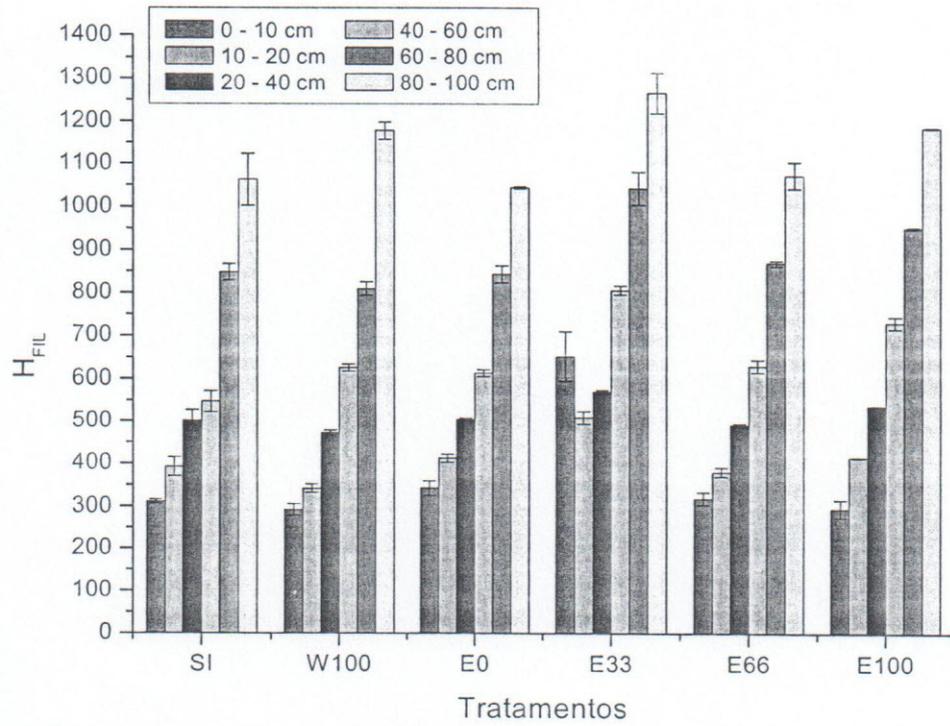


Figura 2: Valores de  $H_{FIL}$  obtidos para todas as amostras de solo intacto de Argissolo Vermelho no perfil da amostragem.