



# VIII Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas

Matéria Orgânica Ambiental e Sustentabilidade  
2009 | Pelotas | RS

Realização:

**Embrapa**

Ministério de  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

**PROS**  
GOVERNO FEDERAL



International  
Biotech Institute



Patrocínio:

**Microfístio**

Apoio:

**AGRICOLA**



# CARACTERIZAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DE SOLO DE ÁREAS SOB ADIÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO TRATADO

**Bruno Henrique Martins**<sup>1,2</sup>, **Larissa Macedo dos Santos**<sup>1,3</sup>, **Débora Marcondes Bastos Pereira Milori**<sup>1</sup>, **Ladislau Martin-Neto**<sup>1</sup>, **Célia Regina Montes**<sup>4</sup>

## Resumo

O Brasil, país que tem na agricultura um dos principais pilares de sua economia, emprega aproximadamente 70 % do montante de água disponível em seu território em práticas agrícolas na irrigação de culturas, ao passo que somente 17 % são destinados ao consumo humano. Contudo, o país, dentro de sua Política Nacional de Recursos Hídricos, ainda não regulamenta quanto ao uso de águas residuárias em quaisquer atividades. Frente a esse cenário, urge a necessidade de estudos sobre a possibilidade de uso de efluente de esgoto tratado (EET) como fonte de irrigação, fornecendo subsídios para sua possível prática em condições sustentáveis. No presente estudo foi analisada a dinâmica da matéria orgânica (MO) de solo agrícola sob cultivo de cana-de-açúcar, com adição de EET, avaliando e ponderando sobre seu uso, em diferentes condições de irrigação, utilizando campo experimental anexo a estação de tratamento de esgoto e comparando com área sem irrigação. Notou-se decréscimo no teor de carbono orgânico (C) e aumento nos valores de grau de humificação nas amostras analisadas, particularmente mais acentuado em amostras referentes às áreas irrigadas. O resultado mostrou-se preocupante, sobretudo levando-se em consideração a precariedade do solo em si no que diz respeito ao conteúdo de matéria orgânica, sendo necessária a continuidade do experimento.

## Introdução

A crescente demanda de água nas cidades tem feito o homem buscar diferentes fontes para a irrigação de culturas, uma vez que a atividade agrícola consome uma grande quantidade deste recurso.

Segundo dados de Tucci (2001), estima-se que aproximadamente 65 % do montante disponível em território nacional é destinado à prática de irrigação de culturas, ao passo que somente cerca de 17 % é direcionado ao consumo humano e, sendo o Brasil um país com atividade agrícola intensa, tal cenário mostra-se preocupante.

Conforme Montes et al., (2004) a água representa um recurso natural limitante ao desenvolvimento, tanto em atividades industriais quanto agrícolas e tem tido sua qualidade avariada pelo mau uso e poluição, em grande parte gerada pelo descarte direto de efluentes brutos e tratados em cursos d'água.

De acordo com levantamento realizado pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), somente o município de São Paulo, através de sua ETE (estação de tratamento de esgoto), gera 3.000 L.s<sup>-1</sup> de EET (efluente de esgoto tratado). Entretanto, dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos ainda não existe regulamentação para o uso de águas residuárias (como o EET) em quaisquer atividades. Neste contexto, o uso de EET, industrial ou doméstico, substituindo a água hoje utilizada em práticas de irrigação de culturas, tem se mostrado uma medida promissora.

Dessa maneira, o presente estudo tem por objetivo avaliar o comportamento da matéria orgânica do solo submetido ou não à irrigação com EET, ponderando sobre a sustentabilidade

<sup>1</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P.741, CEP: 13560-970, São Carlos, SP, Brasil

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), C.P.780, CEP: 13560-250, São Carlos, SP, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Departamento de Química, CEP: 13565-905, São Carlos, SP, Brasil



<sup>4</sup> Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), C.P. 96, CEP: 13416-000, Piracicaba, SP, Brasil  
e-mail: brunohm@cnpdia.embrapa.br; larissa@cnpdia.embrapa.br; debora@cnpdia.embrapa.br; martin@cnpdia.embrapa.br,  
crmlauar@usp.br

de seu uso em solos agrícolas em substituição à água empregada, como contribuição inédita de um amplo projeto temático.

## **Materiais e Métodos**

O trabalho desenvolvido faz parte de grupo multidisciplinar de pesquisa de projeto temático de utilização de efluentes de esgoto tratado por processo biológico (lagoas de estabilização, reator UASB/lodo ativado) em solos agrícolas, financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – sob coordenação do Prof. Dr. Adolpho José Melfi (CENA-ESALQ/USP).

O campo experimental foi instalado em Janeiro de 2003 junto a ETE do município de Lins – SP, operada pela SABESP, sob cultivo de pastagem e cana-de-açúcar, sendo que para o presente trabalho as amostras analisadas correspondem à cultura de cana-de-açúcar. A ETE do município é do tipo australiano (tratamento primário em lagoas anaeróbias e secundário em lagoas facultativas fotossintéticas) com vazão de 140 L s<sup>-1</sup> e esgoto predominantemente doméstico. O delineamento experimental da área de cana-de-açúcar é constituído de blocos com cinco tratamentos e quatro repetições, com parcelas submetidas à irrigação ou não com EET, de acordo com umidade de solo, seguindo as seguintes condições: SI: sem irrigação; 100: irrigação com EET e umidade de solo na capacidade de campo; 125: irrigação com EET e umidade de solo 25% acima da capacidade de campo; 150: irrigação com EET e umidade de solo 50% acima da capacidade de campo e 200: irrigação com EET e umidade de solo 100% acima da capacidade de campo. No presente estudo, foram analisadas amostras referentes às condições SI, 100 e 200.

As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente com trado holandês, em três repetições (blocos) por tratamento analisado, em Maio de 2006, nas profundidades de 0-10 a 80-100 cm, secas à temperatura ambiente e posteriormente peneiradas em malha de 0,5 mm.

As análises do teor de carbono orgânico foram realizadas por combustão a seco (Nelson & Sommers, 1996), em instrumento LECO CN-2000, pertencente ao Laboratório de Biogeoquímica CENA/ESALQ. As análises de FIL (fluorescência induzida por laser) foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Milori et al., (2006), em instrumento pertencente à Embrapa Instrumentação Agropecuária.

## **Resultados e Discussão**

As análises de teor de C para as amostras referentes as três diferentes condições analisadas demonstraram decréscimo em todo perfil analisado, sendo mais acentuado nas áreas submetidas à irrigação com EET, sobretudo na condição 200. Os valores obtidos são ilustrados pela Tabela 1. Tal decréscimo é provavelmente atribuído à degradação da parcela lábil do carbono do solo, causada pelo aumento da atividade microbiana atrelada à ação do EET junto ao solo.

Conforme Falkiner & Smith (1997), a irrigação de culturas por EET pode alterar a taxa de decomposição da matéria orgânica, acarretando na diminuição do teor de carbono do solo, alterando seu processo de ciclagem.

Esta situação mostra-se preocupante uma vez que concerne, entre outros fatores, à perda de matéria orgânica do solo, o que pode ocasionar impactos negativos à fertilidade e estrutura (levando-se em consideração sua importância para o solo e cultura e em se tratando de um solo com menos de 1% de conteúdo de carbono), e possível perda de carbono para atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>, agravando o quadro de emissão de gases do efeito estufa.



Os resultados obtidos através da espectroscopia de FIL, ilustrados pela Tabela 2 e Figura 1, corroboram com os dados de teor de carbono obtidos, obtendo excelente correlação entre os dados, denotando maiores valores de grau de humificação em amostras referentes às áreas submetidas à irrigação com EET, sendo mais pronunciados, uma vez mais, os efeitos inerentes à condição 200.

Tabela 1 – Valores de teor de carbono obtidos para amostras de solo submetido aos três diferentes tipos de tratamento em todo o perfil analisado.

Trat.	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
SI	0,97±0,01	0,96±0,01	0,74±0,01	0,64±0,01	0,54±0,01	0,46±0,01
100	0,88±0,01	0,86±0,01	0,70±0,02	0,54±0,01	0,53±0,01	0,42±0,03
200	0,86±0,01	0,82±0,01	0,70±0,01	0,58±0,02	0,52±0,01	0,44±0,01

SI: sem irrigação; 100: irrigação com EET e umidade de solo na capacidade de campo; 200: irrigação com EET e umidade de solo 100%

Tabela 2 – Valores de grau de humificação ( $H_{FIL}$ ) obtidos para amostras de solo submetido aos três diferentes tipos de tratamento em todo o perfil analisado.

Trat.	Profundidade, cm					
	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
SI	527±5	487±4	718±43	990±7	1254±29	1568±77
100	548±6	566±9	831±16	1269±6	1289±29	1868±112
200	574±4	635±5	795±42	1141±15	1328±44	1711±154

SI: sem irrigação; 100: irrigação com EET e umidade de solo na capacidade de campo; 200: irrigação com EET e umidade de solo 100%

Dessa forma, é sugerido que a aplicação de EET ao solo promove um processo de alteração da matéria orgânica, levando a um possível aumento da atividade microbiana, à degradação da fração lábil do carbono do solo (de acordo com os resultados de teor de carbono), remanesecendo a fração mais recalcitrante, ou seja, mais difícil de degradar, da matéria orgânica, o que confere o aumento no grau de humificação da MOS, detectado via FIL.

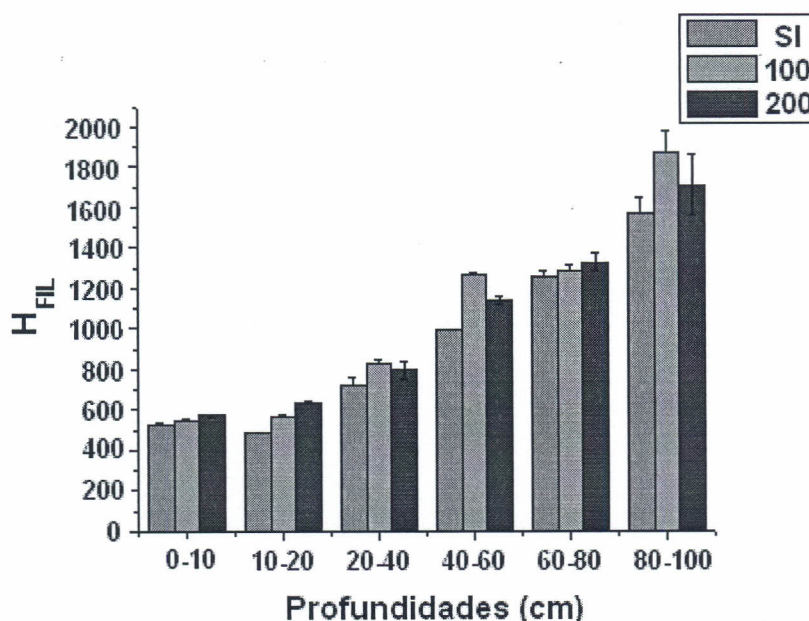


Figura 1 – Gráficos de valores do grau de humificação ( $H_{FIL}$ ), obtidos por Fluorescência Induzida por Laser (FIL), para amostras de solo submetido aos três diferentes



tipos de tratamentos. SI: sem irrigação; 100: irrigação com EET e umidade de solo na capacidade de campo; 200: irrigação com EET e umidade de solo 100%

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com dados obtidos por demais membros do grupo multidisciplinar de pesquisa vinculado ao projeto temático (Gloaguen, 2006, Firme, 2007, Santos, 2008).

Entretanto, cabe ressaltar que em estudo realizado acerca da irrigação com água em comparação à adição com EET em campo experimental (Gloaguen, 2006), foi também constatado decréscimo no teor de MO nas camadas analisadas, sugerindo que o solo possui tal característica intrínseca de perda de conteúdo orgânico, e possível aumento de atividade microbiana, inerente à irrigação, e que se demonstra potencializada pela aplicação EET.

## Conclusão

Conclui-se que, para as condições de solo analisadas, o emprego de EET em substituição a água utilizada em atividades agrícolas para irrigação de culturas é preocupante, podendo trazer limitações à fertilidade e estrutura do solo, como evidenciado pelo decréscimo mais acentuado no conteúdo de MOS nas amostras referentes às áreas sob adição de EET, levando-se em consideração se tratar de um solo com menos de 1% de conteúdo de carbono e que possui resposta negativa à irrigação mesmo convencional, ou seja, com água.

Dentre as condições de irrigação analisadas, verifica-se o maior impacto do tratamento 200 (irrigação com EET e umidade de campo 100% acima da capacidade de solo) na matéria orgânica, conforme verificado pelos resultados de teor de carbono e grau de humificação obtidos.

Todavia, os experimentos de campo devem ser continuados a fim de confirmar e validar as tendências iniciais detectadas, bem como para buscar alternativas de manejos de solos e culturas para viabilizar a aplicação de EET em condições que sejam sustentáveis.

## Referências

- FALKNER, R.A.; SMITH, C.J. 1997. Change in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, 35: 131-147.
- FIRME, L.P. 2007. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado no sistema solo-planta em latossolo cultivado com cana-de-açúcar. Tese de Doutorado, Doutorado em Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GLOAGUEN, T. V. 2006. Transferências de espécies químicas através de um solo cultivado com milho e girassol e fertirrigado com efluente de esgoto doméstico. Tese de Doutorado, Doutorado em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIECKOW, J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. 2006. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. *Soil Science Society American Journal*, 70: 57-63.
- MONTES, C. R.; FONSECA, A. F.; MELFI, A. J.; GLOAGUEN, T.; MENDONÇA, F. C.; PIVELLI, R. P.; HERPIN, U.; SANTOS, A. P. R.; FORTI, M. C.; LUCAS, Y.; MOUNIER, S.; CARVALHO, A.; ALMEIDA, V. V.; CARDINALI, C. G.; STEFFEN, T.; MONTEIRO R. C. 2004. Agricultural use of stabilization pond effluent: a case study in the city of Lins (SP, Brazil). In: MARTIN-NETO, L.; MILORI, D. M. B. P.; SILVA, W. T. L. (Eds.). *Humic substances and soil and water environment*, São Carlos: EMBRAPA. p. 732-734.
- NELSON, D.W.; SOMMERS, L. E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: SPARKS, D. L. (Ed.). *Methods of soil analysis: chemical methods*, Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy. p.961-1010.
- SANTOS, C. H. 2008. Análises espectroscópicas da matéria orgânica de solos sob aplicação de águas residuárias. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ciências (Área de concentração: Química Analítica), Universidade de São Paulo, São Carlos.
- TUCCI, C. E. M. 2001. *Gestão de água no Brasil*. Brasília, UNESCO. 156 p.