

SOLUÇÃO DO SOLO PARA MONITORAMENTO DA APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

Aline Azevedo Nazário¹, Ivo Zution Gonçalves², Eduardo Augusto Agnellos Barbosa³,
Leonardo Nazário Silva dos Santos⁴, Edson Eiji Matsura⁵

¹Drª. Engenheira agrônoma, professora Universidade Adventista de São Paulo, (19) 3858-9427, aline.a.n@hotmail.com

²Post-Doctoral Research Associate University of Nebraska, ivo.zution@gmail.com

³Dr. Engenheiro agrônomo, professor Universidade Estadual de Ponta Grossa, eduardo.agnellos@gmail.com

⁴Dr. Engenheiro agrônomo, professor Instituto Federal Goiano; nazarioss.leonardo@gmail.com

⁵Dr. Engenheiro agrônomo, professor Universidade Estadual de Campinas, (19) 3521-1029, eematsura@gmail.com.

Apresentado no

XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O uso agrícola do efluente de esgoto doméstico é uma alternativa viável para a reciclagem de nutrientes, embora haja certa preocupação com o aumento de espécies químicas presentes neste tipo de efluente. O objetivo deste trabalho foi identificar variáveis relacionadas com a solução do solo e alteradas, em razão do uso do efluente de esgoto doméstico. O experimento foi delineamento com blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos estão distribuídos de acordo com o tipo de água a ser utilizada na irrigação (água de reservatório superficial (ARS) ou de esgoto doméstico tratado (EDT)), e a profundidade de instalação do sistema de irrigação subsuperficial (0,2 ou 0,4 m de profundidade), dispostos da seguinte maneira: SI = cultivo não irrigado; E20 = EDT + prof. 0,2 m; E40 = EDT + prof. 0,4 m; A20 = Água + prof. 0,2 m, e A40 = Água + prof. 0,4 m. As variáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , K^+ e C.E se mostraram como indicadores da solução do solo para monitorar áreas irrigadas com qualidade de água similar a do experimento e o aporte de nutrientes fornecidos pelo EDT não alterou a qualidade da solução do solo em curto prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação; gotejamento subsuperficial, cana-de-açúcar.

SOIL SOLUTION FOR MONITORING OF TREATED SEWAGE EFFLUENT APPLICATION

ABSTRACT: The agricultural use of sewage effluent is a viable alternative for the recycling of nutrients, although there is some concern about the increase of chemical species present in such effluent. The objective of this study was to identify variables related to soil solution and changed due to the use of sewage effluent. The experiment was a randomized block design with (DBC) with 5 treatments and 5 repetitions. Treatments are distributed according to the type of water to be used for irrigation (surface water reservoir (ARS) or treated domestic sewage (EDT)), and the depth of installation of the subsurface irrigation system (0.2 or 0.4 m deep), arranged as follows: SI = not irrigated; E20 = EDT + prof. 0.2 m; E40 = EDT + prof. 0.4 m; A20 = Water + prof. 0.2 m, and A40 = Water + prof. 0.4 m. The variables Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , K^+ and CE were shown as soil solution indicators to monitor irrigated areas with water quality similar to the experiment and the nutrient input provided by EDT did not alter the quality of the soil solution in the short deadline.

KEYWORDS: Irrigation; subsurface drip, sugar cane.

INTRODUÇÃO

A disposição de águas residuárias no solo mediante a irrigação de plantas pode alterar as características químicas do solo (BOND, 1998), tal fator associado com provável aumento da área

irrigada com efluente e da quantidade de água residuárias gerada, evidenciam o surgimento paralelo de possíveis problemas quanto a quantidade de elementos químicos presentes no solo (BOUWER, 2000).

No trabalho de Baumgartner et al. (2007), os autores confirmaram alterações químicas no solo proporcionais às características das águas utilizadas. Dessa forma, o aumento da fertilidade do solo, com a disposição de efluentes, tem sido observado por diversos autores, que reportam elevação nos teores de nitrogênio no solo (SANTOS et al., 2006b), fósforo e potássio (HEIDARPOUR et al., 2007), cálcio e magnésio (SANTOS et al., 2006a, HEIDARPOUR et al., 2007). Fonseca et. al (2007a) concluíram que a irrigação com EDT em substituição à água (rios, lagos, represas) levou a uma economia de 32 a 81% na dose de fertilização nitrogenada mineral necessário para o alto rendimento produtivo de capim Tifton 85, sem ocasionar alterações negativas no solo e planta.

Neste sentido, investigar as alterações químicas da solução do solo, considerando aspectos químicos do solo, a planta e as condições ambientais, em resposta à aplicação de EDT e ARS, permitirá o conhecimento da capacidade de suporte do solo para receber diferentes qualidades de água de irrigação, onde a associação destes fatores poderão subsidiar informações fundamentais na viabilização técnica e na sustentabilidade do sistema de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, com Latitude de 22°53'S e Longitude de 47°05'W e altitude média de 664 m. O solo é um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (SANTOS et al. 2006). O clima, segundo Köppen, é uma transição entre Cwa e Cfa, com precipitação média anual de 1425 mm, temperatura média anual de 22,4°C e umidade relativa do ar de 62%.

Na Tabela 1 os resultados médios da análise química do solo antes da implantação do experimento (0-0,20 m), conforme métodos Silva et al. (2009).

TABELA 1. Análise química do solo da área experimental na camada de 0-0,20 m antes da instalação do experimento

Parâmetro										
pH	P ⁽¹⁾	S ⁽²⁾	Na ⁽³⁾	K ⁽⁵⁾	Ca ⁽⁶⁾	Mg ⁽⁷⁾	Al ⁽⁸⁾	CTC ⁽⁹⁾	MO ⁽¹⁰⁾	CE ⁽¹¹⁾
H ₂ O	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					dag kg ⁻¹	dS m ⁻¹
5,62	19,33	15,56	1,90	0,570	5,10	0,94	0,00	9,87	3,75	0,096

⁽¹⁾Fósforo, ⁽²⁾Enxofre, ⁽³⁾Sódio, ⁽⁴⁾Potássio, ⁽⁶⁾Cálcio, ⁽⁷⁾Magnésio, ⁽⁸⁾Alumínio, ⁽⁹⁾Capacidade de troca de cátions; ⁽¹⁰⁾Matéria orgânica; ⁽¹¹⁾Condutividade elétrica.

O experimento foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 2 + 1 (duas profundidades de instalação da fita gotejadora; duas qualidades de água e a testemunha sem irrigação, sendo: SI: Sem irrigação; E20: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,20 m; E40: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,40 m; A20: água de reservatório superficial aplicado a 0,20 m; A40: água de reservatório superficial aplicado a 0,40 m. A variedade de cana-de-açúcar foi a RB86-7515.

Para caracterização nutricional do EDT e ARS, realizou-se análise química (TABELA 2), coletando-se amostras após o sistema de filtragem do equipamento de irrigação, a cada dois meses.

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos do esgoto doméstico tratado (EDT) e da água de reservatório superficial (ARS), coletadas após o sistema de filtragem, no período experimental.

Elementos	N*	K	S	Na	DQO	H ₂ PO ₄ - P	pH	RAS	CE
				mg L ⁻¹				mmol L ⁻¹	dS cm ⁻¹
EDT	74,8	25,7	11,2	64,5	45,6	13,3	7,51	18,9	1091,8
ARS	0,91	1,13	<5	2,2	23,7	<0,1	7,29	1,19	65,2

*Nitrogênio total sendo NO₃⁻ < 0.3 mg L⁻¹, DQO – demanda química por oxigênio, RAS - Razão de adsorção de sódio; CE – Condutividade elétrica.

O monitoramento da solução do solo foi instalado cinco extratores de solução de cápsula porosa nas profundidades de 0,10; 0,30; 0,50; 0,70 e 0,90 m, representando as camadas de solo de 0,0 - 0,20; 0,20 - 0,40; 0,40 - 0,60; 0,60 - 0,80 e 0,80 - 1,00 m, respectivamente. As amostras foram coletadas e conduzidas ao laboratório para análise química, metodologia Embrapa (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à concentração de nitrato na solução do solo (TABELA 3), nota-se que os maiores índices para todos os tratamentos foram na camada mais superficial (0,10 m), diminuindo em profundidade, exceção para os tratamentos irrigados a 0,40 m profundidade da fita gotejadora, nestes tratamentos é possível observar um leve incremento nas camadas mais profundas do solo, o que reforça a necessidade de monitoramento das culturas irrigadas, uma vez que independente da fonte água e adubação a profundidade de irrigação pode ocasionar em caso de altas precipitações a lixiviação de nitrato para camadas mais profundas do solo.

De acordo com resultados deste trabalho houve a adição de nitrogênio na solução do solo por meio do EDT, assim como em trabalho realizado por Santos et al. (2006), Fonseca et al. (2007).

Avaliando entre os tratamentos os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} (TABELA 3) em cada profundidade de extração da solução do solo, observam-se maiores concentrações dos nutrientes nos tratamentos A20 e SI nas camadas superiores, enquanto para os tratamentos E20, E40 e A40 as altas concentrações podem ser observadas nas camadas inferiores (0,7 e 0,9 m), indicando que não houve movimentação em profundidade desse elemento no solo. Vale salientar que o EDT utilizado superou em cinco vezes a concentração de Ca^{2+} encontrada no ARS (TABELA 2). Todavia o acréscimo ou decréscimo de Ca^{2+} e Mg^{2+} está diretamente relacionado à concentração na água residuária aplicada, à concentração absorvida pelas plantas e à lixiviação no perfil do solo.

O K^+ não apresentou um padrão de comportamento para as profundidades de extração da solução ou entre tratamentos (TABELA 3), ou seja, nem a qualidade de água ou manejo sem irrigação promoveram alterações nos teores trocáveis de K^+ , em alguns estudos há relatos de diminuição da concentração no solo devido à substituição do K^+ pelo Na^+ do efluente (PEREIRA et. al, 2011).

TABELA 3. Concentrações médias de ânions e cátions e valores de condutividade elétrica e pH na solução do solo na primeira soca de cana-de-açúcar

PROF ⁽¹⁾ (m)	TRAT ⁽²⁾	NO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	SO_4^{-2}	Na^+	C. E. dS m ⁻¹	pH
		mg L ⁻¹							
0,1	A20	8,00	17,88	2,25	3,63	2,75	0,75	177,50	7,50
	A40	3,68	13,88	1,63	5,35	3,90	0,50	144,00	7,58
	E20	4,95	18,75	2,75	6,25	4,25	0,50	210,00	7,35
	E40	4,40	16,50	2,25	5,75	5,25	0,50	251,50	7,35
	SI	5,45	16,40	2,40	4,63	3,25	0,50	158,20	7,40
0,3	A20	5,45	17,75	3,25	4,88	2,25	1,50	155,85	7,63
	A40	2,25	15,00	1,38	4,25	2,50	0,50	146,00	7,60
	E20	4,70	17,63	1,25	1,75	3,00	2,13	133,00	7,40
	E40	2,55	14,88	1,88	1,75	2,13	1,00	149,25	7,50
	SI	2,60	15,40	2,00	2,90	2,90	0,55	140,10	7,35
0,5	A20	2,45	16,50	1,25	3,75	2,88	1,00	150,00	7,58
	A40	1,90	10,50	1,00	1,50	2,25	0,88	122,50	7,30
	E20	1,65	8,38	1,00	2,38	2,00	1,38	114,25	7,40
	E40	2,40	16,25	2,63	0,50	3,00	6,88	200,00	7,38
	SI	2,53	24,00	2,00	1,88	2,63	0,75	175,50	7,30
0,7	A20	2,80	12,00	1,50	2,75	3,00	1,00	130,50	7,55
	A40	1,75	9,00	1,00	2,50	2,38	1,00	112,25	7,63
	E20	1,20	10,50	1,25	2,25	2,63	1,75	112,50	7,53
	E40	3,13	15,75	2,88	2,00	2,75	7,25	223,75	7,30
	SI	2,20	17,00	1,50	2,00	3,25	0,50	139,50	7,30
0,9	A20	1,80	9,75	1,63	2,13	3,50	1,00	117,50	7,50
	A40	2,70	11,25	2,00	3,50	3,38	1,25	178,25	7,45

E20	1,20	19,63	2,56	3,00	2,56	3,44	212,25	7,41
E40	4,00	23,25	3,50	1,75	2,00	8,25	281,50	7,30
SI	1,25	9,15	1,63	4,13	3,50	0,75	183,50	7,30

⁽¹⁾Profundidade de coleta da solução do solo; ⁽²⁾Tratamentos avaliados - SI: Sem irrigação; E20: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,20 m; E40: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,40 m; A20: água de reservatório superficial aplicado a 0,20 m; A40: água de reservatório superficial aplicado a 0,40 m.

No que se refere à concentração de SO_4^{-2} (TABELA 3) não foi possível definir padrão entre tratamentos ou profundidades de coleta da solução, no entanto, o EDT forneceu maior concentração deste nutriente em comparação a ARS, independente do período chuvoso ou seco (TABELA 2).

A concentração de Na^+ (TABELA 3) apresentou comportamento crescente em função da profundidade de coleta da solução do solo, com alterações expressivas para os tratamentos irrigados com EDT, justifica-se este resultado diretamente com a concentração deste elemento na água de irrigação (TABELA 2). Para a condutividade elétrica (TABELA 3) apenas o tratamento E20 teve decréscimo ao longo da profundidade de coleta da solução, para os demais tratamentos ocorreu o inverso, onde a salinidade aumentou proporcionalmente com as camadas do solo. Esse aumento de salinidade se deve as concentrações Na^+ fornecidos pelo EDT em profundidade, e a ARS pelo severo grau de restrição ao uso, segundo a classificação Ayers e Westcot (1999).

O pH do solo é um dos fatores que mais influencia a disponibilidade de nutrientes às plantas. O pH da solução do solo (TABELA 3) independente do tratamento e profundidade apresentaram similaridade, sem alterações expressivas em relação as qualidades de água de irrigação.

Como observado pelos resultados é possível inferir indiretamente que os nutrientes provenientes da água de irrigação com EDT pode substituir a adubação mineral sem ocasionar danos na planta, com bons ganhos na produção da cultura e permitindo economia de fertilizantes sem interferir na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, desde que monitorados a qualidade de uso da água.

CONCLUSÕES

O aporte de nutrientes fornecidos pelo EDT não alterou a qualidade da solução do solo em curto prazo.

REFERÊNCIAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução: GHEYI, R.H.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, E.F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, n.29).

BAUMGARTHER, D.; SAMPAIO, S. C.; SILVA, T. R.; TEO, C. R. P. A.; VILAS BOAS, M. A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura do alface. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 152-163, 2007.

BOND, W. J. Effluent irrigation – An environmental challenge for soil science. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.36, p.543-555, 1998.

BOUWER, H. Integrated water management: emerging issues and challenges. **Agricultural Water Management**, v. 45, p. 217 – 228, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. SILVA, F. C. da coord. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 370p.

FONSECA, A. F.; HERPIN, U.; PAULA, A. M.; VICTÓRIA, R. L.; MELFI, A. J. Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n.2, p. 194-209, 2007.

FONSECA, A.F.; MELFI, A.J.; MONTEIRO, F.A.; MONTES, C.R.; ALMEIDA, V.V.; HERPIN, U. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.87, p.328-336, 2007.

PEREIRA, B. F. F., HE, Z. L., SILVA, M. S., HERPIN, U., NOGUEIRA, S. F., MONTES, C. R., & MELFI, A. J. (2011). Reclaimed wastewater: Impact on soil–plant system under tropical conditions. **Journal of hazardous materials**, 192(1), 54-61.