



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

EFEITOS DE FERTIRRIGAÇÕES COM ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE LATICÍNIO E FRIGORÍFICO NO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DA ALFACE

Marlene Bortoli Rodrigues¹, Marcio Antonio Vilas Boas², Silvio César Sampaio³, Claudia Facini dos Reis⁴ Simone Damasceno Gomes⁵

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do uso de águas residuárias tratadas em lagoas de estabilização facultativas, na fertirrigação da cultura de alface em condições de irrigação por gotejamento. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições e 4 tratamentos compostos de irrigações com uréia, com água residuária de frigorífico, com água residuária de laticínios e testemunha. Os resultados encontrados para pH e Condutividade Elétrica - CE em extrato de solo saturado mantiveram-se em valores médios recomendados pela literatura. As concentrações de nitrogênio, amônia e nitrato não apresentaram diferenças significativas nos tratamentos estudados. As maiores produtividades de alface foram alcançadas com os tratamentos compostos de águas residuárias.

Palavras-chave: irrigação; nitrogênio; nitrato; águas residuárias

FERTIGATIONS EFFECTS WITH WASTEWATERS FROM INDUSTRY MILK AND COLD STORAGE ROOM IN THE SOIL AND PRODUCTION OF LETTUCE

ABSTRACT

The objective this work was to evaluate the effects of wastewater treated in facultative lagoons of stabilization in the drip irrigation of the culture of lettuce. An entirely randomized delineation with 5 repetitions and 4 treatments was used: irrigation with urea, irrigation with wastewater from cold storage room, irrigation with wastewater from industry milk and witness. The results found for pH and electrical conductivity in the soil saturated extract had been remained in acceptable average values. The concentrations of nitrogen, ammonia and nitrate had not presented significant treatments. The biggest productivity of lettuce had been reached with the wastewater treatments.

Keywords: irrigation; nitrogen; nitrate; wastewater

Trabalho recebido em 12/04/2011 e aceito para publicação em 22/08/2011.

¹ Msc.Engenharia Agrícola – UNIOESTE – Cascavel contato: márcio.vilasboas@unioeste.br

² Dr. em Agronomia – Prof. Associado - UNIOESTE -márcio.vilasboas@unioeste.br

³ Dr. em Eng. Agrícola – Prof. Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

⁴ Bióloga - Doutoranda em Eng. Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

⁵ Dr. Agronomia-professor associado-Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE

1. INTRODUÇÃO

Em diversas áreas científicas, muito já se tem discutido sobre a importância da água como fator vital para a sobrevivência humana. Segundo Carter et al. (2005), embora exista água em abundância na terra, ela é escassa em muitas áreas, devido à sua má distribuição e perdas, e também em razão da degradação resultante de ações antrópicas.

Com o crescimento populacional e industrial é evidente a necessidade de reduzir, reciclar e reutilizar a água, diante do fato da diminuição dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, que apontam para uma tendência de aproveitamento racional desse precioso recurso, com o mínimo de dano ao meio ambiente. (BELI, et al. 2010).

Segundo Peres et al. (2010) O crescimento demográfico implica no incremento da exploração e utilização da água, resultando no aumento de todo o tipo de águas residuárias. Deste modo, ressalta-se que a água residuária tratada pode ser utilizada de forma planejada, com diversas finalidades, sendo que aplicação de águas residuárias no solo é um meio de se evitar descargas nas águas superficiais, podendo ser uma alternativa econômica, em alguns casos, se comparada com métodos convencionais de tratamento.

Simon (2005) relata que a aplicação de resíduos industriais no solo se dá predominantemente em indústrias de processamento alimentar, de laticínios e de papel e celulose. Ressalta-se que muitos desses resíduos industriais e/ou agroindustriais, são fontes de matéria orgânica e nutrientes minerais e podem contribuir significativamente na produção de alimentos e na melhoria da qualidade ambiental.

Considerando que a agricultura é uma das atividades de maior consumo de água e que pode tolerar águas com qualidade inferior às utilizadas, é inevitável que se busque na agricultura, a solução dos problemas relacionados à eliminação de águas residuárias, sendo que a mesma não pode ser altamente tóxica ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente (PESCOD, 2005).

O aparecimento de novas tecnologias agrícolas promove a disseminação da irrigação pelo Brasil, de modo a reduzir os riscos de frustração de safra e estimulando os agricultores a investirem neste setor. Também essa técnica facilita a aplicação de fertilizantes via água de irrigação e, de forma mais restrita, fertirrigações com águas residuárias.

A fertirrigação utilizando sistemas localizados de aplicação de águas residuárias, reveste-se de enorme potencial ao reunir diversos atrativos de ordem

agronômica, além de reduzir os riscos de contaminação das culturas (Oron et al., 1992).

Os elementos químicos considerados nutrientes para as plantas presentes nas águas residuárias de indústrias alimentícias e esgotos sanitários, apresentam concentrações suficientes para o atendimento das necessidades nutricionais da maioria das culturas. Portanto, a combinação de seu uso com a produtividade requer um manejo adequado, pois, ao contrário, a fertirrigação com essas águas residuárias é considerado um risco ambiental (Sandri, 2003)

Segundo Feigin et al. (1991), irrigação com efluente secundário, resulta na adição de consideráveis quantidades de nitrogênio no solo, dependendo da concentração do nitrogênio total, presente no efluente, e do volume de água aplicado.

Dentre os elementos químicos presentes em água residuária, o nitrogênio é um dos elementos que têm merecido atenção quanto à concentração e forma de aplicação no solo, devido ao fato de que o nitrato apresenta alta mobilidade no solo, podendo ser lixiviado com facilidade (SCICOLONE & CAPRA, 2004) e diante de que o íon amônio (NH_4^+), por ser cátion, pode ser adsorvido pelas cargas negativas do solo, enquanto o nitrato (NO_3^-), por ser ânion, é repelido, podendo permanecer na solução do solo, ficando

sujeito à lixiviação e possíveis contaminações (VAN RAIJ, 1991; AZEVEDO & OLIVEIRA, 2005; GOMES et al., 2004).

Deste modo, visando amenizar possíveis impactos ambientais se faz necessário a busca por medidas mitigadoras que levem em consideração a relação custo/benefício e que atendam as legislações aplicáveis (HUSSAR & BASTOS, 2008)

Diante desta problemática, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de fertirrigações com águas residuárias de laticínio e de frigorífico no solo e na produtividade média da alface.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental do Departamento de Tecnologia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET/PR), unidade de Medianeira, em Latossolo Vermelho Distroférico Típico em uma área aproximada de 100,8 m².

Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, protegido com túnel baixo de cultivo forçado, controlados por cabeçal de controle, constituído de registros de entrada e saída para a linha principal, uma derivação com injetor de fertilizante do tipo venturi 3/4" e filtro de tela em aço. Na linha principal, foram

instalados reguladores de pressão seguindo-se as linhas secundárias com registro de controle para a entrada de água em cada tratamento. Nas linhas secundárias, foram instaladas 4 linhas laterais de irrigação por parcela, utilizando-se tubo gotejador Chapin, com espaçamento entre as saídas dos emissores de 0,10 m e de comprimento de 5 m.

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, perfazendo o total de 20 parcelas de 5,04 m². Os tratamentos constituídos foram: TO: testemunha; TU: fertirrigação com uréia; TL: fertirrigação com água residuária de laticínio e TF: fertirrigação com água residuária de frigorífico.

A quantidade de uréia aplicada no tratamento TU, foi calculada seguindo-se recomendações de Van Raij (1991), na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio fornecendo 2,8 g dia⁻¹ de nitrogênio em cada parcela experimental. Para os tratamentos com águas residuárias de laticínio e frigorífico, aplicaram-se 46,6 L dia⁻¹, respectivamente aos tratamentos TL e TU. Esse volume aplicado diariamente foi estabelecido em função da concentração de nitrogênio total presente, procurando-se estabelecer uma aplicação de 2,8 g dia⁻¹ de nitrogênio na parcela experimental, correspondendo ao nitrogênio recomendado para a cultura da

alface. Sendo que os tratamentos TL e TU apresentavam a mesma concentração de Ntotal (Tabela 1). A aplicação via fertirrigação foi feita através de injetor venturi de ¾”, pelo tempo de 8 semanas. A lâmina de água diária aplicada foi calculada em função do tempo necessário para a injeção das águas residuárias e água limpa para atendimento das necessidades hídricas da cultura de alface, totalizando 7,7 mm.dia⁻¹. Tensiômetros na profundidade de 20cm foram utilizados para indicar o momento de irrigar.

Utilizou-se a cultivar de alface americana denominada “Tainá”. O transplântio das mudas para os canteiros definitivos se fez no espaçamento 30 x 30 cm, quando as mudas apresentavam de cinco a seis folhas definitivas.

As variáveis avaliadas no solo foram o nitrogênio total (N-total), o amônio (NH₄⁺), o nitrato (NO₃⁻), o nível de salinidade e o pH. O nitrogênio total e suas formas foram determinados, pelo método Kjeldahl (Tedesco et al., 1995), em amostras de solo retiradas dois dias antes do início das fertirrigações e aos 10, 32 e 60 dias após, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Os níveis de salinidade e pH foram medidos na solução do extrato saturado do solo, a partir de amostras entre linhas de plantas em cada parcela experimental, a cada 8 dias, na camada 0-20 cm. A produtividade média da alface

foi a única variável agrônômica avaliada aos 55 dias após o transplantio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios preliminares, realizados em condições de campo, permitiram verificar que, para a pressão de serviço de 68 kPa, a vazão média nos gotejadores foi de $6,95 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Valor próximo ao apresentado pelo fabricante para o tubo gotejador Chapin, que é de $7,08 \text{ L h}^{-1} \text{ m}^{-1}$. A uniformidade de distribuição de água do sistema de gotejamento utilizado ficou em média acima de 95,1%, não se evidenciando, durante o ciclo, problemas de entupimento em todos os tratamentos. No entanto após as fertirrigações ocorriam a limpeza do sistema filtrante.

Observa-se na Figura 1 que todos os tratamentos utilizados promoveram aumento nos valores de pH durante o ciclo de cultivo da cultura da alface, sendo menor este aumento para o tratamento onde utilizou Uréia. Os valores de pH foram medidos durante o ciclo e comparados com o valor de pH determinado no solo, antes do início das fertirrigações (valor igual a 5,9, correspondente a 0 dia, na Figura 1). Os valores observados de pH se encontraram no intervalo de 6,5 a 7,1 e o tratamento que recebeu a uréia como fonte de nitrogênio (TU) apresentou, nos primeiros 16 dias, valores menores de pH (Figura 1), sendo

que posteriormente ocorreu pequena elevação, permanecendo o pH numa faixa levemente ácida (6,5-6,6), contudo, em uma faixa aceitável, não comprometendo o desenvolvimento da cultura. Os tratamentos TL e TF, que receberam aplicação de água residuária, propiciaram valores médios de pH entre 6,5 e 7,1 para TL e, entre 6,5 e 7,0, para TF, embora o pH do solo tenha aumentado nos tratamentos fertirrigados com o decorrer do tempo. Esses referidos valores também estiveram próximos aos valores da testemunha TO, que apresentou valores médios entre 6,6 e 7,0. Acredita-se que o fator diluição da água residuária tenha sido importante para manter o pH no solo em uma faixa aceitável. Isso se deve a capacidade tampão, ou seja, o quão forte o solo resiste às mudanças de pH.

Os valores de CE do extrato saturado do solo determinados para os tratamentos apresentaram comportamento inverso aos valores de pH do solo na camada de 0-0,20m. Verifica-se na Figura 2 que houve aumento da CE nos primeiros 16 dias de fertirrigações e uma redução com o decorrer do tempo. A CE do extrato saturado do solo de TO variou de 0,12 a 0,09 dS m^{-1} , para TU oscilou de 0,11 a 0,06 dS m^{-1} , para TL variou de 0,13 a 0,10 dS m^{-1} e para TF de 0,16 a 0,10 dS m^{-1} . Segundo MAAS (1986), valores nestas faixas não apresentam qualquer problema

de salinização do solo, nem promovem perdas relativas na produção da cultura. Conforme este mesmo autor, a alface é considerada moderadamente sensível à salinidade, tolerante a níveis de salinidade

de até $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, ainda que a tolerância absoluta depende do clima, das condições do solo e de práticas culturais.

Figura 1: Efeito dos tratamentos nos valores médios de pH do solo, antes e ao longo do ciclo da alface para as profundidades de solo 0 - 20, 20 - 40 e 40 a 60 cm.

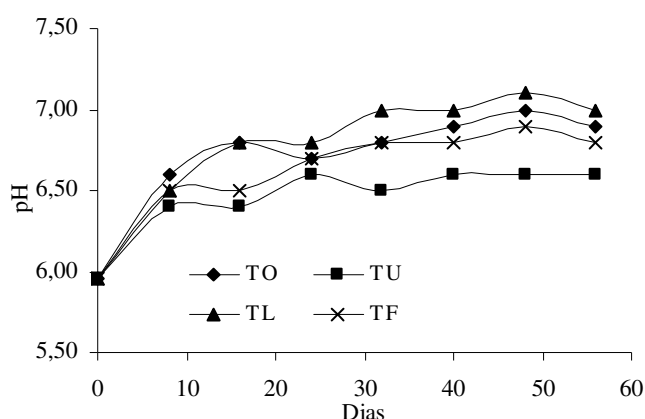
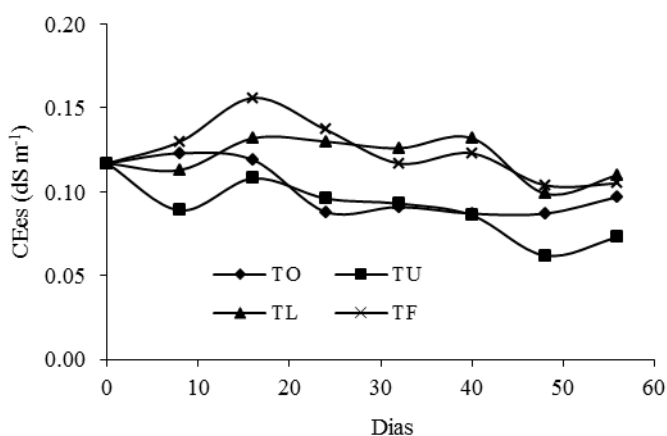


Figura 2: Efeito dos tratamentos nos valores médios de condutividade do extrato saturado do solo (CE), antes e ao longo do ciclo da alface para as profundidades de 0 - 20, 20 - 40 e 40 a 60 cm.



São apresentados, na Tabela 1, os valores de nitrogênio total, amônia e nitrato, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60, dois dias antes da aplicação dos

tratamentos e aos 10, 32 e 60 dias após o início das fertirrigações.

Tabela 1. Caracterização físico-químicas dos efluentes

Parâmetro	Método	Unidade	Efluente	
			Frigorífico	Laticínios
pH	Potenciômetro	Unidade	7,80	8,05
DBO/5	Diluição	Mg.L ⁻¹	109,00	81,00
DQO	Refluxo/ampola	Mg.L ⁻¹	185,00	314,00
Fósforo Total	Ácido Ascórbico	Mg.L ⁻¹	17,87	18,00
N Total	Kjeldahl	Mg.L ⁻¹	60,34	60,00
Temperatura	Termômetro	°C	22,00	22,00
CE	Condutivímetro	dS.m ⁻¹	2,60	3,05

As análises da distribuição e concentração do nitrogênio no solo permitem verificar que o teor de nitrogênio total encontrado nos tratamentos fertirrigados e testemunha se encontram em intervalo aceitável. Segundo Feigin et al. (1991), na primeira camada do solo (0-20 cm), a concentração de nitrogênio total varia entre 0,2 a 4,0 g.kg⁻¹. Pode-se observar, ainda, pelas análises de variância, que essas concentrações se mantiveram significativamente iguais em todos os tratamentos estudados, mas com pequena redução nas concentrações encontradas para as análises realizadas 60 dias após o início das fertirrigações nos tratamentos TO e TU. Corroborando com Van Raij (1991) quando cita que as formas minerais de nitrogênio são muito variáveis, porém o teor de nitrogênio total praticamente não varia.

Na avaliação do nitrogênio mineral (NH₄⁺ e NO₃⁻) no solo, percebe-se na Tabela 2, que os valores da concentração

de amônio (NH₄⁺), encontrados nas amostras de solo coletadas em quatro períodos distintos, permitem verificar que antes de se iniciar as fertirrigações, o solo se apresentava com concentração de amônio mais elevada. A fertirrigação diária provocou, aos 32 dias após o início das fertirrigações, uma movimentação do íon amônio para a camada de 40-60 cm do solo. O íon amônio, aos 60 dias após iniciar as fertirrigações, mostrou-se ausente nas camadas 20-40 e 40 -60 cm, confirmando a possível movimentação deste íon no perfil do solo.

Os resultados da Tabela 2 indicam que para o nitrato (NO₃⁻), que se encontrava inicialmente com altos teores, houve redução em todos os tratamentos avaliados na camada de 0-20 cm decorridos 32 dias após o início das fertirrigações. No entanto, ocorreu um aumento da concentração deste íon na camada de 20-40 cm.

Tabela 2 Valores médios da concentração de nitrogênio total, amônio e nitrato em três profundidades do solo, dois dias antes e 10, 32 e 60 dias após o início das fertirrigações

Profundidade (cm)	Nitrogênio total (g kg^{-1})				Amônio (mg kg^{-1}) N-				Nitrato (mg kg^{-1}) N-			
	TO	TU	TL	TF	TO	TU	TL	TF	TO	TU	TL	TF
2 dias antes de iniciar as fertirrigações												
0-20	1,05	1,05	1,05	1,05	4,28	4,38	5,25	5,25	3,50	3,50	5,25	5,25
	0,75	0,75	0,75	0,75	3,40	3,50	4,38	3,50	1,75	1,75	1,75	3,50
20-40	0,55	0,55	0,55	0,55	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	0,00	1,75	0,00
10 dias após o início das fertirrigações												
0-20	1,08	1,13	1,10	1,10	3,40	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
	0,80	0,68	0,63	0,65	3,25	3,50	0,88	0,00	3,50	3,50	0,88	0,00
20-40	0,45	0,45	0,40	0,43	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00
32 dias após o início da fertirrigações												
0-20	1,08	1,05	1,05	1,10	1,75	3,50	2,63	3,13	1,75	2,80	2,63	3,13
	0,65	0,78	0,68	0,75	2,63	4,38	5,25	4,38	2,63	4,38	5,25	4,38
20-40	0,35	0,40	0,40	0,53	3,25	5,25	5,25	5,25	3,25	5,25	5,25	5,25
60 dias após o início das fertirrigações												
0-20	0,95	0,95	1,03	1,03	3,50	4,38	2,63	4,28	3,50	4,38	2,63	4,38
	0,48	0,63	0,60	0,60	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20-40	0,30	0,40	0,35	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Na Tabela 3 são apresentados os resultados encontrados para produção média da cultura da alface frente aos tratamentos. A partir da análise de variância e do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade observou-se uma maior produção da cultura para os tratamentos fertirrigados (TU, TL TF) quando comparados ao tratamento só irrigado (TO).

Azevedo & Oliveira (2005), estudando o efeito do efluente de esgoto tratado por leitos cultivados, aplicados por gotejamento na cultura de pepino, afirmaram que a maior quantidade de nitrato nas camadas 0-40 cm foi fundamental para o aumento da produção

do pepino. Resultados semelhantes são apresentados por SANDRI (2003), com a cultura da alface.

Do mesmo modo, Hussar et al, (2005) investigando os efeitos da fertirrigação com água residuária, destacou um aumento na produtividade da cultura investigada, em comparação com a irrigação realizada apenas com água.

Acredita-se, desta forma, que os resultados encontrados de concentrações de nitrato nas profundidades de 20-40 cm podem ter contribuído para aumento da produção média da cultura da alface, neste estudo.

Os efeitos positivos encontrados na produção média pela fertirrigação com

águas residuárias demonstram que o uso dessas águas de qualidade inferior, como

fonte de nutrientes em hortaliças, deve continuar a ser investigado.

Tabela 3. Produtividade média (g planta⁻¹) em função dos tratamentos.

Tratamentos	Massa Fresca (g. planta)	Massa Seca (g. planta)
TF	843,3 a	26,2 a
TU	800,3 a	25,6 a
TL	714,8 a	21,7 a
T0	529,3 b	18,4 b

4. CONCLUSÕES

1. As fertirrigações com águas residuárias de laticínio e frigorífico contribuíram significativamente para o aumento do teor de Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal e Nitrato na solução do solo.
2. A fertirrigações com águas residuárias de laticínio e frigorífico contribuíram significativamente para o aumento da produtividade média da alface, cultivar Tainá, conduzida em estufa.

5. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L.P.; OLIVEIRA, E.L. *Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.256-263, 2005.

BELI, E; HUSSAR, G. J; HUSSAR, D. H. Redução de DQO e turbidez de efluente de uma unidade suinícola empregando reator anaeróbio

compartimentado (rac) seguido de filtro biológico e filtro de areia. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p.5-19, 2010.

CARTER, C.T.; GRIEVE, C.M.; POSS, J.A.; SUAREZ, D.L. Production and ion uptake of celosia argentea irrigated with saline wastewaters. **Scientia Horticulturae**, v.106, n.2, p.381-384, 2005.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage. New York : **Springer**, Verlang, 224p. 1991.

GOMES, E.R.S.; SAMPAIO, S.C.; CORREA, M.M.; VILAS BOAS, M.A.; ALVES, L.F.A.; SOBRINHO, T.A. Movimento de nitrato proveniente de água residuária em colunas de solos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n.3, p.557-568, 2004.

HUSSAR, G. J. et al. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da beterraba. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p.35-45, 2005.

HUSSAR, G. J; BASTOS, M. C. Tratamento de efluentes de piscicultura com macrófitas

- aquáticas flutuantes. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p.274-285, 2008.
- MAAS, E.V. **Salt tolerance in plants**. New York: Applied agricultural research, 26p. 1986.
- ORON, G.; MALACH, Y.; HOFFMAN, Z.; MANOR, Y. Effect of effluent quality and application method on agricultural productivity and environmental control. **Water Science and Technology**, v.26, n.7-8, p.1593-1601, 1992.
- PERES, L. J. S; HUSSAR, G. J; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p.20-36, 2010.
- PESCOD, M.B. Wastewater treatment and use in agriculture – **FAO Irrigation and Drainage paper 47**. Disponível em: <http://www.fao.org/> Acesso em: 12 Out. 2005.
- SANDRI, D. **Irrigação da cultura de alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2003.
- SCICOLONE, B.; CAPRA, A. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.68, n.2, p.135-149, 2004.
- SIMON, T. Reuse of effluent water– benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v.77, n.2, p.308-322, 2005.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BORNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 174p. 1995.
- VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 343p. 1991.