



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

REÚSO DE ESGOTO SANITÁRIO NA IRRIGAÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS

Lidiane Bittencourt Barroso¹; Delmira Beatriz Wolff²

RESUMO

A disponibilidade hídrica foi superada pela demanda, tornando-se um fator limitante na agricultura irrigada. Esse estudo teve como objetivo geral apresentar um referencial teórico sobre o tema reúso de água para fins agrícolas. Isto se deve ao fato de que é necessário um conhecimento prévio do estado da arte referente ao assunto. Para tanto foi realizada uma revisão sobre a agricultura irrigada, os efeitos no solo cultivado e sobre o desenvolvimento de culturas agrícolas, bem como dos aspectos de segurança para proteção dos grupos de risco. Uma alternativa à demanda crescente de água para irrigação é o reúso de esgoto doméstico tratado, através da disposição controlada no solo. A quantidade de macro e micronutrientes contidos nos efluentes pode diminuir ou eliminar o emprego de fertilizantes comerciais. E esta adição de matéria orgânica age como um condicionador do solo, aumentando a sua capacidade de reter água. Dependendo das características dos esgotos, a prática da irrigação por longos períodos pode levar à acumulação de compostos tóxicos e ao aumento significativo de salinidade. A inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser consequência de efeitos osmóticos, provocando déficit hídrico e/ou de efeitos específicos de íons, que podem acarretar toxidez ou desequilíbrio nutricional. A minimização da exposição humana à prática do reúso agrícola baseia-se em um conjunto de medidas mitigadoras, que devem ser implementadas pelas autoridades responsáveis pela operação e vigilância dos sistemas de reciclagem de água. Conclui-se que o uso de esgoto sanitário depende do manejo adequado da irrigação, do monitoramento das características do solo e da cultura.

Palavras-chave: efluente; reúso de água; saúde pública.

SANITARY SEWAGE REUSE IN AGRICULTURAL CROP IRRIGATION

ABSTRACT

The water availability was exceeded by demand, becoming a limiting factor in irrigated agriculture. This study aimed to provide a general theoretical framework on the issue of water reuse for agricultural purposes. This is due to the fact that we need a prior knowledge of the state of the art concerning the matter. To that end, we performed a review of irrigated agriculture, the effects on cultivated land and the development of agricultural crops as well as aspects of security to protect groups at risk. The amount of macro and micronutrients in the effluent may reduce or eliminate the use of commercial fertilizers. And this addition of organic matter acts as a soil conditioner, increasing its capacity to retain water. Depending on the characteristics of sewage, the practice of irrigation for long periods may lead to accumulation of toxic compounds and the significant increase of salinity. The inhibition of plant growth by salinity may be due to osmotic effect, causing drought and / or specific effects of ions, which can cause toxicity or nutritional imbalance. The minimization of human exposure to the practice of agricultural reuse is based on a set of mitigation measures that must be implemented by the authorities responsible for operating and monitoring systems for water recycling. It is concluded that the use of sewage depends on management of irrigation, monitoring of soil characteristics and culture.

Keywords: effluent; water reuse; public health

Trabalho recebido em 19/04/2011 e aceito para publicação em 23/08/2011.

¹ Eng^a. Civil e de Segurança do Trabalho, Mestre em Engenharia Civil, Doutoranda em Engenharia Agrícola Graduanda em Formação de Professores para a Educação Profissional. e-mail: lidianebarroso@ctism.ufsm.br

² Prof^a. Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFSM, Eng^a. Sanitária, Mestre em Engenharia Ambiental, Doutora em Engenharia Ambiental. e-mail: delmirawolff@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica está sendo superada pela demanda nas regiões áridas e semi-áridas do Brasil, tornando-se um fator limitante para várias atividades, dentre elas a agricultura irrigada. Há consenso entre os especialistas da necessidade de racionalizar o uso da água, procurando fontes alternativas para irrigação (HESPANHOL, 2003; SOUSA & LEITE, 2003).

O reúso planejado de efluentes domésticos na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semi-árido brasileiro, sendo uma opção para os agricultores (SOUSA *et al.*, 2003). Estes efluentes depois de tratados, normalmente apresentam baixa demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e reduzida carga microbiana, além de conterem vários macros e micro-nutrientes importantes para o desenvolvimento de culturas agrícolas (FEITOSA *et al.*, 2009).

A agricultura irrigada é dependente de um complexo conjunto de fatores, dentre estes se encontra a questão da qualidade e adequação do solo e da água para a produção agrícola. Assim, variadas são as metodologias para correções e manutenção de condições de solo e da água próximas as ideais para os cultivares.

O trato incorreto no que tange a agricultura irrigada pode vir a ocasionar reduções significativas de produtividade,

enquanto que os processos de correção de pH e fertilização do solo inadequados trazem consigo riscos de depreciação dos solos agrícolas, tendo como um dos resultados a salinização e a alcalinização dos mesmos. Estas por sua vez, se não corrigidas e/ou controladas podem resultar na própria inaptidão do solo para cultivos agrícolas futuros.

A utilização de corpos d'água, que recebem efluentes domésticos na irrigação é prática antiga e freqüente nas regiões próximas aos centros urbanos. Esta prática pode, porém acarretar doenças de veiculação hídrica, principalmente quando aplicada no cultivo de verduras que são consumidas *in natura*. De acordo com Hespanhol (2003), a saúde pública, dos grupos de riscos associados a sistemas de reúso de água para fins agrícolas, pode ser protegida pela aplicação de quatro medidas básicas: tratamento dos esgotos, seleção e restrição de culturas, técnicas e de aplicação dos esgotos e controle da exposição humana.

A Agenda 21 (SMA, 1997) dedicou importância especial ao reúso, recomendando aos países participantes da ECO-92, a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção da saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas.

A implantação de sistemas de reúso e reciclagem de água, desde que possua viabilidade técnica e econômica, implica em significativos benefícios ambientais, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, ou por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d'água. É importante ressaltar que, além dos benefícios ambientais, a implantação de sistemas de reúso apresenta também significativos impactos positivos em termos sociais e econômicos (BERNARDI, 2003).

Esse estudo teve como objetivo geral apresentar um referencial teórico sobre o tema reúso de água para fins agrícolas. Isto se deve ao fato de que é necessário um conhecimento prévio do estado da arte referente ao assunto.

2. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa bibliográfica está organizada em 4 seções principais. É preciso conhecer as posições dos principais autores, quais os conceitos que circunscrevem a temática reúso de água para fins agrícolas.

Na primeira, caracteriza-se do tema agricultura irrigada. Na segunda, descrevem-se os efeitos no solo cultivado. Na terceira, discorre-se sobre o

desenvolvimento de culturas agrícolas. Na quarta, em síntese apresentam-se os aspectos de segurança para proteção dos grupos de risco.

Agricultura Irrigada

A agricultura irrigada é a maior consumidora de água entre os diversos usos desse recurso natural, representando 70% do uso consumptivo total, com forte tendência para chegar a 80% até o final da década (HESPANHOL, 2008).

Uma alternativa à crescente demanda de água para a irrigação é o reúso de esgoto doméstico tratado, através da disposição controlada no solo, sendo que as características intrínsecas do solo e das águas residuárias são de suma importância para a continuidade desse processo, tendo em vista de uma possível salinização e/ou sodificação do solo irrigado (MIRANDA *et al.*, 2001). Além disso, verifica-se a necessidade de um sistema adequado de drenagem, visando minimizar o processo de salinização dos solos irrigados com esgotos (HESPANHOL, 2008).

Toda a água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução, sendo que em regiões áridas e semi-áridas a concentração é geralmente maior, o que se soma ao problema de salinização e alcalinização dos solos. Neste caso, a orientação geral é a determinação

da qualidade da água de irrigação, de acordo com a concentração de sais (DAKER, 1988).

A qualidade da água pode ser avaliada por uma ou mais características físicas, químicas ou biológicas. Usos específicos podem ter diferentes requisitos de qualidade. Assim, por exemplo, a água de um determinado manancial pode ser considerada de boa qualidade para determinado sistema de irrigação ou cultura e inadequada para outras situações.

Segundo Hespanhol (2003) a aplicação de esgotos tratados às culturas irrigadas pode ser efetuada pelos seguintes métodos básicos de irrigação:

- por inundação ou por canais laterais, molhando praticamente toda a superfície do solo;
- por sulcos, molhando apenas uma pequena parte da superfície do solo;
- por aspersores, fazendo que o solo e as culturas sejam molhadas de maneira semelhante ao que ocorre durante as chuvas;
- por irrigação subsuperficial, na qual apenas uma pequena porção do solo é molhada, mas permitindo a saturação do subsolo;
- por irrigação localizada (gota a gota, exsudação em mangueiras

plásticas e *bubbler*), na qual a água é aplicada a cada planta, individualmente, e a uma taxa ajustável.

Os efluentes de sistemas convencionais de tratamento, tais como lodos ativados, têm uma concentração típica de 15 mg/litro de nitrogênio total (N) e 3 mg/litro de fósforo total (P), proporcionando, portanto, às taxas usuais de irrigação em zonas semi-áridas (aproximadamente dois metros por ano) uma aplicação de N e P de 300 e 60 kg/ha/ano, respectivamente. Essa aplicação de nutrientes reduz, substancialmente, ou mesmo elimina a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais (HESPANHOL, 2008). Sousa *et al.* (2005) relatam que a quantidade de macro e micronutrientes contidos nos três efluentes testados (wetland, leito de brita não vegetado e lagoas de polimento) foi suficiente para a maioria das culturas cultivadas na região semi-árida do nordeste brasileiro.

Segundo Cruz *et al.* (2006) o manejo inadequado da água de irrigação aliado ao uso intensivo de fertilizantes têm contribuído para o aumento de áreas agricultáveis com problemas de salinidade. Esse fato é particularmente importante nas regiões áridas e semi-áridas, devido à escassez da precipitação pluvial e da alta demanda evaporativa, fatos que dificultam

a lixiviação dos sais localizados na camada arável do solo.

A irrigação com águas residuárias deverá adquirir importância crescente, exigindo atenção detalhada ao balanço entre o aporte de nutrientes via irrigação e as quantidades requeridas para a otimização da produtividade da cultura (LEAL *et al.* 2009).

Efeitos no solo cultivado

Devido à presença de nutrientes favoráveis às plantas, o reúso proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo, aumentando a sua capacidade de reter água (HESPANHOL, 2008).

Quanto à qualidade de solo, a irrigação com efluentes de tratamento de esgoto tem alterado principalmente os parâmetros: (i) carbono total e nitrogênio total no solo e nitrogênio mineral na solução no solo; (ii) atividade, composição e função da comunidade microbiana; (iii) cálcio e magnésio trocáveis; (iv) salinidade, sodicidade, dispersão de argilas e condutividade hidráulica. Outros parâmetros de qualidade de solo (por exemplo, metais pesados) não apresentaram mudanças significativas em curto e médio prazo. O monitoramento da acumulação de sódio e das perdas de nitrogênio é crucial para o uso sustentável

dos efluentes de esgoto tratado na irrigação (FONSECA *et al.*, 2007), porque o aumento do teor de sódio no solo provocado pela irrigação com efluente pode causar toxidez para algumas culturas e modificar propriedades do solo. Os problemas de toxicidade surgem quando certos íons (cloreto, sódio e boro) do solo ou da água de irrigação são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente elevadas para provocar danos e reduzir seus rendimentos.

O acúmulo de contaminantes químicos no solo é outro efeito negativo que pode ocorrer. Dependendo das características dos esgotos, a prática da irrigação por longos períodos pode levar à acumulação de compostos tóxicos, orgânicos e inorgânicos, e ao aumento significativo de salinidade, em camadas insaturadas (FOSTER *et al.*, 1994).

No experimento implantado por Medeiros *et al.* (2005), no cultivo de café (variedade Catuaí) os impactos negativos verificados no solo em decorrência do manejo com água residuária de origem doméstica (MR), foram: incremento nas concentrações de sódio trocável, aumento da condutividade elétrica (CE), razão de adsorção de sódio (RAS) e porcentagem de sódio trocável (PST). Apesar do aumento da CE e da PST do solo no MR, não se

constatarem problemas de salinidade no solo.

Miranda *et al.* (2001) analisaram a evolução dos níveis de salinidade de um solo arenoso submetido a irrigação com esgoto sanitário tratado, utilizando-se *Pennisetum purpureum* (capim elefante) como cobertura vegetal. Os valores obtidos da PST mostram que, para as condições da pesquisa, não houve acúmulo progressivo de sódio no solo, demonstrando que não se terá problemas de sodificação ao longo do tempo com a disposição dos esgotos no solo arenoso, devido a sua alta permeabilidade e baixa capacidade de troca de cátions, sendo todos os sais lixiviados na própria água do esgoto aplicado, ou nas águas das chuvas.

A recuperação de solos salinos pode efetuar-se mediante lavagem do perfil com água abundante e eficiente sistema de drenagem. No caso de solos alcalinos é freqüente o emprego de gesso como corretivo cálcico para substituir por cálcio o sódio adsorvido.

A acumulação de carbonato, principalmente de cálcio, pela água de irrigação pode provocar o processo de cimentação no solo, que pode ocorrer depois de um período de 5-7 anos de irrigação, dificultando, assim, a penetração da água de irrigação e de raízes (EGREJA FILHO *et al.*, 1999).

Os problemas de disponibilidade relativa de nutrientes no solo podem ser prevenidos pela redução da alcalinidade, quer por gessagem, quer por subsolagem. A subsolagem ou escarificação é uma operação agrícola que tem como objetivo o rompimento de camadas compactadas do solo. Holanda *et al.* (1998) concluíram que a gessagem, sozinha ou combinada ao uso de condicionadores orgânicos, proporcionou maiores valores de cálcio trocável no solo, reduziu a PST para menos de 15% na camada de 0-0,15 m e aumentou a salinidade. Enquanto que o solo, quando ácido, em contato com água de irrigação alcalina, favorece a correção em seu pH.

Santos *et al.* (2007) avaliaram a salinidade de um solo cultivado com mamona, irrigado com águas residuárias e adubado com biossólido. Concluíram que (i) a água residuária elevou a CE do solo em 222% a mais que a água de abastecimento; (ii) as diferentes doses de biossólidos não influenciaram significativamente as concentrações de cátions e ânions; (iii) o maior valor para a RAS e para a PST no solo foram observados com o uso da água residuária e a dose de biossólido de 75 kg.ha⁻¹ de N; (iv) a irrigação com água residuária elevou o caráter salino do solo de não sódico para salino-sódico.

Efeitos sobre o desenvolvimento de culturas agrícolas

Nas últimas décadas, plantas cultivadas e nativas têm sido afetadas com o aumento da salinidade e alcalinidade do solo e das águas de irrigação.

Pode-se dizer que a salinidade se apresenta como um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento de plantas, em especial nas regiões com níveis pluviométricos baixos, sendo a sobrevivência destas em ambientes salinos dependente de processos adaptativos, que envolvem absorção, transporte e distribuição de íons nos vários órgãos da planta (FARIAS *et al.*, 2009). Dasgan *et al.* (2002) afirmam que a salinidade limita o crescimento e a nutrição mineral de plantas em regiões com baixa disponibilidade hídrica, devido à redução do potencial osmótico no ambiente radicular.

A inibição do crescimento das plantas pelo estresse salino pode ser consequência de efeitos osmóticos, provocando déficit hídrico e, ou, de efeitos específicos de íons, que podem acarretar toxidez ou desequilíbrio nutricional. Entretanto, o grau com que cada um desses componentes do estresse salino influencia o crescimento é dependente de muitos fatores, como espécie vegetal, cultivar, tipo de salinidade, intensidade e duração do estresse salino, luminosidade, umidade do

solo e do ar e estágio de desenvolvimento da planta (MUNNS, 2002).

No delineamento experimental conduzido por Santos (2004), no cultivo de capim-Tifton, tanto a água potável quanto o efluente tratado ocasionaram aumento do teor de sódio no solo, devido à elevada concentração desse íon nestas águas de irrigação.

Souza *et al.* (2001) avaliaram o desempenho da cultura do arroz, irrigada com efluentes de esgoto sanitário provenientes de tanque séptico e de lagoa de estabilização, tomando como referencial comparativo a mesma cultura irrigada com água de abastecimento em solos fertilizados com adubos minerais e sem adubo mineral. A análise dos dados demonstra que a produtividade da cultivar Diamante (originada da EMBRAPA Meio Norte) irrigado com efluente de tanque séptico, foi superior à produtividade da mesma cultivar irrigada com água de abastecimento em solo com adubação mineral. Salienta-se, ainda, que os grãos da cultivar irrigada com efluente do tanque séptico não apresentaram, em nenhum exame, indicadores de contaminação fecal.

Em experimentos realizados com águas residuárias de sistemas de tratamento de esgotos Monteggia *et al.* (2007) verificaram que ao longo dos dois primeiros cultivos de milho e aveia, os efeitos da utilização das águas oriundas de

tratamentos de efluentes sanitários provocaram um aumento no pH, principalmente no primeiro ano do experimento.

Os efeitos residuais de aplicações de lodo de esgoto e vinhaça, em suas diferentes combinações, doses e formas de aplicação, não influenciaram na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar (soqueira de quinto corte). O uso dos resíduos, em comparação ao da fertilização mineral, não alterou a qualidade da matéria-prima, destacando o expressivo potencial dos mesmos para essa função (CÓ JÚNIOR *et al.*, 2008).

Para Franco *et al.* (2008) o lodo de esgoto proporcionou maior acúmulo de N na planta e maior teor residual de N no solo. A aplicação de lodo de esgoto e vinhaça na cultura da cana-de-açúcar (SP81-3250) pode substituir a adubação mineral, tanto para cana-planta quanto para cana-soca.

Aspectos de segurança

O reconhecimento de que o uso de corpos d'água que recebem esgoto sanitário, na irrigação das culturas, envolve sérios riscos para a saúde é praticamente unânime. Porém persistem controvérsias quanto à definição dos riscos aceitáveis, ou seja, quanto aos padrões de qualidade e graus de tratamento requeridos para a garantia da saúde pública.

Os grupos de risco associados a sistemas de reúso de água para fins agrícolas são os seguintes: consumidores de culturas, carne e leite originários de campos irrigados com esgotos, operários agrícolas e suas famílias, manuseadores ou transportadores de colheitas, e populações localizadas nas proximidades de campos irrigados por sistemas de aspersores (HESPANHOL, 2003).

O Anexo 14 da Norma Regulamentadora 15 (MTE, 1979) classifica como insalubre o trabalho em contato permanente com esgotos, em galerias e tanques. Não é insalubre, portanto, trabalho de limpeza de tanques sépticos e redes de esgotamento sanitário quando é apenas uma dentre inúmeras outras atribuições e que nem mesmo é exercida em caráter intermitente.

A água de irrigação é o maior fator de influência na quantidade de doenças em uma lavoura, em especial as de origem bacteriana, devido à grande maioria dos horticultores irrigarem suas plantações de forma inadequada e também não possuírem orientação sobre as características físico-químicas desta água, interferindo diretamente no desenvolvimento da planta, afetando a sua produtividade (MARQUELLI, 2004).

Cada um dos métodos de irrigação implica diferentes riscos de saúde pública para os grupos de risco, diferentes custos e

diferentes eficiências no uso da água aplicada. No quadro 1 estão relacionados todos esses fatores e serve como base para levantar os benefícios e custos associados a cada método de irrigação.

Quadro 1 – Fatores que afetam a escolha do processo de irrigação e as medidas protetivas requeridas quando se utilizam esgotos.

| Método de irrigação | Fatores que afetam a escolha | Medidas protetivas necessárias |
|------------------------------|--|---|
| Inundação | Menores custos. Não é necessário nivelamento preciso do terreno. | Proteção completa para operários agrícolas, consumidores e manuseadores de culturas. |
| Sulcos | Custo baixo. Nivelamento pode ser necessário. | Proteção para operários agrícolas. Possivelmente necessária para consumidores e manuseadores de culturas. |
| Aspersores | Eficiência média do uso da água. Não há necessidade de nivelamento. | Algumas culturas da Categoria B, principalmente árvores frutíferas, são excluídas. |
| Subsuperficial ou localizada | Custos elevados. Elevada eficiência do uso da água. Alta produtividade agrícola. | Distância mínima de 100 metros de casas e estradas. Filtração para evitar entupimento de orifícios (exceto no caso de irrigação por <i>bubblers</i>). |

Fonte: Mara & Cairncross, 1989.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda, para irrigação irrestrita de vegetais a ser ingerida crua, a contagem de coliformes fecais $\leq 1.000/100\text{mL}$ e de ovos de helmintos $\leq 1/\text{litro}$. Para uso restrito, o último parâmetro é a única referência (OMS, 1989).

No Ceará, nordeste brasileiro, há um instrumento orientador sobre o reúso na irrigação, que é a Portaria nº 154 da Superintendência Estadual do Meio

Ambiente (SEMACE, 2002) que dispõe sobre padrões de lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Neste instituto, o limite imposto para irrigação restrita é de 5.000 CF/100mL, permanecendo as mesmas restrições quanto a helmintos e à irrigação irrestrita da OMS.

A minimização da exposição humana à prática do reúso agrícola baseia-se em um conjunto de medidas mitigadoras, que

deverem ser implementadas pelas autoridades responsáveis pela operação e vigilância dos sistemas de reciclagem de água.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude da escassez hídrica na região árida e semi-árida do Brasil, o reúso de efluente tratado na agricultura se apresenta como uma alternativa interessante, pois diminui o consumo de água potável na irrigação e também de nutrientes minerais, contribuindo para a sustentabilidade agrícola.

O uso de esgoto sanitário depende do manejo adequado da irrigação, do monitoramento das características do solo e da cultura. Os efeitos da salinidade, da sodicidade e da alcalinidade consistem em limitantes para o uso continuado de águas residuárias na irrigação de culturas agrícolas.

Com base na revisão de literatura, existem diversos pesquisadores e instituições realizando trabalhos científicos na área de reúso de água, com resultados significativos relativos ao aumento da produtividade de culturas.

A avaliação dos aspectos de segurança para proteção dos grupos de risco é uma fase de suma importância, uma vez que adotar de forma sistemática o

reúso pode gerar problemas de saúde pública.

4. BIBLIOGRAFIA

- BERNARDI, C. C. **Reúso de água para irrigação**. Monografia (Conclusão do Curso de Pós-graduação em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) – ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília-GO, 2003.
- CÓ JÚNIOR, C.; *et al.* Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v.28, n.1, p.196-203, janeiro/março, 2008.
- CRUZ, J. L.; *et al.* Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, Campinas-SP, v.65, n.2, p.275-284, 2006.
- DAKER, **A Irrigação e Drenagem: A água na agricultura**. 3º volume, 7ª edição versão ampliada. Rio de Janeiro-RJ: Freitas Bastos, 1988.
- DASGAN, H. Y.; *et al.* Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. **Plant Science**, v.163, p.695-703, 2002.
- EGREJA FILHO, F.B.; *et al.* Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília-GO, v.23, n.2, p.415-423, 1999.
- FARIAS, S. G. G.; *et al.* Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1499-1505, 2009.

- FEITOSA, T.; *et al.* Qualidade de frutos de melancia produzidos com reúso de água de esgoto doméstico tratado. **Revista Tecnologia**, Fortaleza-CE, v.30, n.1, p.53-60, junho, 2009.
- FONSECA, A. F.; *et al.* Agricultural use of treated sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.64, n.2, p.194-209, 2007.
- FOSTER, S. S.; *et al.* **Impacts of wastewater use and disposal on groundwater**. Technical Report WD/94/95, British Geological Survey, Keyworth, 1994.
- FRANCO, A.; *et al.* Sugarcane grown in an oxisol amended with sewage sludge and vinasse: nitrogen contents in soil and plant. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.65, n.4, p.408-414, July/August, 2008.
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S. & SANTOS, H. F. (editores). **Reúso de água**. Barueri-SP: Manole, p.37-95, 2003.
- HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.131-158, 2008.
- HOLANDA, J. S.; *et al.* Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.22, n.3, p.387-394, 1998.
- LEAL, R. M.; *et al.* Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.66, n.2, p.242-249, march/april, 2009
- MARA, D. D.; CAIRNCROSS, S. **Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture – Measures for Public Health Protection**. Geneva, World Health Organization, United Nations Environment Programme, 1989.
- MARQUELLI, W. A. Controle da irrigação como estratégia na prevenção de doenças em hortaliças. **A Lavoura**, p.42-44, dezembro, 2004.
- MEDEIROS, S. S.; *et al.* Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.603-612, 2005.
- MIRANDA, J. R. P.; *et al.* Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.26, p.957-965, 2001
- MIRANDA, R. J. A.; *et al.* Evolução da salinidade em solo irrigado com esgoto sanitário tratado. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001, João Pessoa-PB. **Anais... ABES**, 2001, p.1-6.
- MONTEGGIA, L. O.; *et al.* valiação da produtividade das culturas do milho (*Zea mays*) e da aveia preta (*Avena sp*) irrigados com efluente sanitários de diferentes tratamentos. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte-MG. **Anais... ABES**, 2007, p.1-7.
- MTE Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 12, de 12-11-1979. **Anexo 14 – Agentes Biológicos**

- da NR 15 – Atividades e operações insalubres**, 1979.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment, Oxford**, v.25, p.239-250, 2002.
- OMS.Organização Mundial da Saúde. **Directrices sanitárias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura**. Genebra. 90p. (Serie Informes Tecnicos, 78), 1989.
- SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrófico cultivado com capim tifton 85**. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas)). Universidade de São Paulo, 2004
- SANTOS, M. B. H.; *et al* Salinidade de um solo, irrigado com água residuária e adubado com biossólido. **Agropecuária Técnico**, v.27, n.1, 2006
- SEMACE Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Portaria N°154. **Dispõe sobre padrões e condições de lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras**. Diário Oficial do Estado - DOE, série 2, ano 5, n.187. Fortaleza, 2002.
- SMA Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos. Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo. Série Documentos Ambientais, 1997
- SOUSA, J. T.; LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2ª edição, Campina Grande-PB, EDUEP:UEPB, 135p, 2003.
- SOUSA, J. T.; *et al*. Efluentes tratados utilizados na agricultura. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2003, Curitiba-PR. **Anais... ABRH**, 2003 p.1-12.
- SOUSA, J. T.; *et al*. Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p.260-265, julho/setembro, 2005.
- SOUZA, J. T.; *et al*. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.107-110, 2001.