



## **Utilização de águas residuárias para fins da produção de mudas de espécies florestais**

**Maria Alexandra Estrela<sup>1</sup>, Epitácio de Alcântara Freire<sup>1</sup>, Vera Lúcia Antunes de Lima<sup>2</sup>, Hamilton Santos Alves<sup>1</sup>, Robi Tabolka<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Aluno do Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola/ Universidade Federal de Campina Grande (epitaciofreire@bol.com.br)

<sup>2</sup>Professor Adjunto do Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola/ Universidade Federal de Campina Grande (antuneslima@gmail.com)

### **Resumo**

A água vem-se tornando uma das maiores preocupações mundiais, dada uma possível crise mundial de abastecimento. Diante da escassez de água principalmente em regiões semi-áridas e o constante avanço da desertificação, o uso de águas residuárias tem sido uma alternativa viável na produção de mudas de espécies florestais principalmente para recuperação de áreas degradadas. Trabalhos realizados com espécies da caatinga, *Eucalyptus grandis*, flamboyant e *Copaifera langsdorfii*. Desf. (*copaíba*) mostram excelentes resultados de germinação e desenvolvimento de mudas florestais o que é ocasionado pela concentração de nutrientes provenientes dos resíduos.

Palavras-chave: Água. Mudas. Resíduos.

Área Temática: Águas Residuárias.

### **Abstract**

Water is becoming a major concern worldwide, given a possible supply crisis in the world. Given the scarcity of water especially in semiarid regions and the constant advance of desertification, the use of wastewater has been a viable alternative in the production of seedlings of forest species principally for the recovery of degraded areas. Work with caatinga species, *Eucalyptus grandis*, flamboyant and *Copaifera langsdorfii*. Desf. (*copaiba*) show excellent results of germination and seedling which is caused by the concentration of nutrients from the waste.

Keywords: Water. Seedlings. Waste.

Subject area: Wastewater.



### 1. Introdução

A água vem-se tornando uma das maiores preocupações mundiais, dada uma possível crise mundial de abastecimento (POSTEL et al., 1996). Gasi (1988) afirmou que existem diferentes alternativas para a recuperação ou tratamento de águas residuárias de origens doméstica, industrial ou agrícola, muitas delas complexas e onerosas e outras simples e de baixo custo.

De acordo com Tundisi (1999), os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a nível mundial, perdem-se rapidamente devido às diferentes atividades que se desenvolvem intensivamente nas bacias hidrográficas, alterando tanto a quantidade como a qualidade de água. Observando o tema, Ayres & Westcot (1991) dizem que a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade e o aumento da produção de despejos domésticos e industriais tem impulsionado o uso de águas de qualidade inferior na irrigação, cuja avaliação se torna necessária.

Muitos países localizados em regiões áridas e semi-áridas têm incluído a reutilização da água no planejamento de recursos hídricos, haja vista que a escassez de água de boa qualidade tem limitado o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Nesse sentido, os efluentes estão constituindo parte integrante do plano nacional dos recursos hídricos de vários países (TANJI, 1997; BOUWER, 2000). Em alguns casos, como Jordânia e Arábia Saudita, tem havido uma política nacional para reutilização de todos os efluentes gerados (PESCOD, 1992). Em determinadas regiões do México e da costa desértica do Peru, como consequência do desequilíbrio dos recursos hídricos, somado ao crescimento acelerado das cidades, as atividades agrícolas foram seriamente afetadas, tornando obrigatório e urgente o uso das águas residuárias como única alternativa para sobrevivência, viabilizando a irrigação de mais de 400.000 ha (LÉON & CAVALLINI, 1996).

Segundo VAN DER HOEK et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), concorrendo para a preservação do meio ambiente. No Brasil, são escassos os registros de utilização de água residuária para fins agropecuários, exceto na produção de cana-de-açúcar, o que não significa que essa prática não ocorra (BASTOS, 2003), principalmente em periferias das grandes cidades, onde são cultivadas, geralmente, olerícolas e forrageiras para alimentação animal (KONIG et al., 1998). O uso em olerícolas é questionável por se tratar de culturas alimentares.

O reuso das águas residuárias tem sido orientado principalmente para as atividades agrícolas e psícolas; por outro lado, o reflorestamento só tem sido considerado como quebra-vento ou como cordões perimentrais para evitar odores desagradáveis e melhorar a estética das estações de tratamento de esgoto e as áreas de uso (MARENCO, 1994).

Além de uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, a reutilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma efetiva de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (Inhoff & Klaus, 1998). Mancuso e Santos (2003) indicam ainda que o uso de águas residuárias na agricultura constitui um aporte de grande quantidade de nutrientes ao solo, aumentando o rendimento dos cultivos.

Segundo Cromer (1980), a reutilização de efluentes na atividade florestal, por suas peculiaridades apresenta-se como uma alternativa promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para o consumo humano e nem riscos à saúde. Estudos realizados em outros países têm demonstrado a eficiência do uso das águas residuárias na fertirrigação de culturas agrícolas, com a obtenção de excelentes resultados, uma vez que são geralmente ricas em nutrientes (BASTOS, 1999).



## 2. Águas Residuárias:

Água residuária é um termo usado para caracterizar os dejetos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial; as de estabelecimentos públicos, áreas agrícolas; de superfície, de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994; JORDÃO & PESSOA, 1995; BRAGA *et al.*, 2002).

Para Von Sperling (1996), as águas residuárias são águas poluídas pela adição de substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal, que prejudicam os legítimos usos que dele são feitos.

As águas residuárias se classificam segundo sua origem, e podem ser:

Domésticas – são aquelas que foram utilizadas para fins higiênicos provenientes de construções habitadas por seres humanos, como também de prédios públicos e comerciais;

Industriais - são as águas provenientes de pequenas fábricas, indústrias e grandes pólos industriais;

Áreas agrícolas - são as águas resultantes da irrigação realizada nas grandes extensões agrícolas;

Pluviais – são as águas resultantes do escoamento superficial;

Infiltração e vazões adicionais – são as águas provenientes do volume de água que se infiltra no subsolo, e das águas das chuvas que são descarregadas de várias fontes, como calhas, drenos e coletores.

As águas residuárias domésticas são geralmente perenes, e sua composição é essencialmente orgânica e relativamente constante quando existe controle domiciliar de água, (MENDONÇA, 1990).

**Quadro 1** -Principais constituintes presentes nas águas residuárias e suas respectivas consequências.

CONSTITUINTE	CONSEQUÊNCIA
Sólidos em suspensão	Menor atividade fotossintética; Menor concentração de oxigênio dissolvido; Produção de turbidez e cor.
Matéria orgânica biodegradável	Diminuição do oxigênio dissolvido;
Nutrientes (N & P)	Crescimento da vida aquática, eutrofização;
Metais pesados advindos, geralmente, de despejos comerciais e industriais;	Doenças cardiovasculares; Danos ao cérebro; Carcinogênios;
Matéria orgânica refratária: detergentes e seus derivados fenóis e pesticidas agrícolas;	Danos à saúde humana e ao meio ambiente;
Sólidos inorgânicos dissolvidos $\text{Ca}^{+2}$ , $\text{Na}^{+}$ , $\text{SO}_4^{-2}$	Alterações de sabor e corrosão; Salinização do solo;
Bactérias, Helmitos, Vírus e Protozoários.	Doenças epidêmicas e endêmicas

Fonte: SOUSA & LEITE (2003)

## 3. Uso de águas residuárias na Agricultura

Observando o tema, Ayres & Westcot (1991) dizem que a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade e o aumento da produção de despejos domésticos e industriais tem impulsionado o uso de águas de qualidade inferior na irrigação, cuja avaliação se torna necessária. Strauss & Blumenthal (1998), referindo-se a essa alternativa para a irrigação, informam que as águas residuárias além de permitir o aproveitamento potencial da água e dos nutrientes dos esgotos para o crescimento das plantas, constituem-se, ainda, num método de polimento dos efluentes de estação de tratamento, mas o emprego de águas



contaminadas por esgotos na agricultura deve estar condicionada ao tratamento destas, a restrição quanto ao tipo de cultura, a escolha de métodos de aplicação e ao controle de exposição dos trabalhadores.

Além de uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica, a reutilização de efluentes, principalmente os de origem urbana, é uma forma efetiva de controle de poluição e preservação do meio ambiente, cujos benefícios estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (Imhoff & Klaus, 1998). Mancuso e Santos (2003) indicam ainda que o uso de águas residuárias na agricultura constitui um aporte de grande quantidade de nutrientes ao solo, aumentando o rendimento dos cultivos. Com isso a utilização de águas residuárias pré-tratadas na produção de mudas de essências florestais poderá representar uma alternativa que permita desenvolvimento das plantas, preservando o meio ambiente e obtendo-se mudas de boa qualidade e de baixo custo. Portanto, faz-se necessário a realização de trabalhos experimentais que possam estabelecer uma política de reuso em escala real, que aponte condições viáveis, para transformar esse potencial em realidade, selecionando as culturas e as práticas de manejo que maximizem o benefício, levando-se em consideração sempre à realidade do homem. (Brasil, 1999).

No Brasil, o sistema de irrigação de viveiros mais usual é a microaspersão, sistema que gera grandes desperdícios em razão de fatores como vento, espaços vazios e má distribuição dos aspersores em relação às mudas. A subirrigação contínua se mostra como alternativa para a economia de água, assim como um sistema eficiente para um rápido e controlado desenvolvimento das mudas, e vem sendo utilizada principalmente no manejo de mini e microjardins clonais. Visando ao aproveitamento de águas residuárias, esse sistema se mostra ainda mais propício, pois diminui a possibilidade de contaminação humana e do ambiente (Augusto et al, 2007).

As principais vantagens de se usar águas residuárias tratadas na agricultura são:

- ***Conservação dos recursos hídricos através da substituição de água de primeira qualidade, usada na irrigação, por efluentes de estação de tratamento de esgotos.***

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, na região nordeste do Brasil, cerca de 56% da população não dispunha de serviços de abastecimento de água (ABES, 1998). Dessa forma, a substituição de parte da água alocada à irrigação, por águas residuárias tratadas, poderia atenuar tal problema, principalmente sendo a agricultura irrigada a atividade humana que demanda maior quantidade de água.

- ***Continuidade na produção agrícola em localidades que não possuem outra fonte de água durante a estação seca a não ser esgotos;***

Apesar da agricultura irrigada representar apenas 13% da área agricultável mundial disponível, o valor das culturas produzidas nestas terras equivalem a 34% do total. Este potencial é mais significativo em regiões semi-áridas e áridas, tais como no Oriente Médio, onde as áreas irrigadas compreendem apenas 30% das áreas cultivadas, mas contribuem com 75% da produção total agrícola (Arar, 1991).

- ***Reciclagem dos nutrientes presentes no esgoto e conseqüente economia nos gastos com fertilizantes.***

Muitas pesquisas têm demonstrado que a produção agrícola é maior quando alguma forma de água residuária é usada em comparação com água de abastecimento com adição de fertilizantes artificiais (Pescod e Arar, 1988). Marecos do Monte e Sousa (1992) relatam que a economia em fertilizantes artificiais, quando do reuso de esgotos na agricultura, pode variar de US \$ 230/ha a US \$ 530/ha.

### **Recomendações da OMS quanto ao reuso de águas residuárias na agricultura**

Em 1978, o departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia, EUA, publicou a norma “*Wastewater Reclamation Criteria*” a qual exigia que efluentes de estação de tratamento de esgotos que fossem ser utilizados para irrigação de culturas a serem consumida



por seres humanos contivessem número de coliformes fecais menor que 2,2 ufc/100mL. No caso de pastagens para animais leiteiros, a água residuária utilizada não deveria conter mais de 23 coliformes fecais por 100mL. (State of California, 1978).

No entanto, estudos posteriores sobre a evidência da transmissão de doenças através do uso de águas residuárias na agricultura (Shuval *et al.*, 1986) mostraram que os padrões microbiológicos adotados no Estado da Califórnia eram mais rígidos do que o necessário para se evitar riscos à saúde pública, provocando gastos desnecessários no tratamento dos esgotos. Baseada em tais estudos epidemiológicos, em 1989 a OMS publicou as recomendações “*Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*” nas quais os padrões microbiológicos mostrados na Tabela 1 foram sugeridos (WHO, 1989).

**Tabela 1: Qualidade microbiológica de águas residuárias para uso na agricultura**

Condições de reuso	Ovos de nematóides intestinais/L	Coliformes fecais/100 mL	Tratamento de esgotos sugerido para se atingir tal padrão microbiológico
Irrigação de culturas que são ingeridas cruas, campos esportivos e parques públicos	$\leq 1$	$\leq 1000$	Uma série de lagoas de estabilização projetada para atingir o padrão desejado ou tratamento equivalente
Irrigação de culturas cerealíferas, a serem industrializadas, forrageiras, pastoris e arbóreas	$\leq 1$	---	Uma série de lagoas de estabilização com tempo total de 8 – 10 dias ou tratamento equivalente
Irrigação localizada de culturas da categoria anterior quando não ocorre exposição humana	---	---	Não menos que sedimentação primária

Fonte: WHO (1989)

É válido salientar que dos dois padrões sugeridos pela OMS para a irrigação irrestrita, menos que 1 ovo de nematóides intestinais por litro e menos que 1000 coliformes fecais por 100mL, o segundo é mais rigoroso, sendo comum a ausência de nematóides intestinais quando o número de coliformes fecais é de 1000 ufc/100mL (Athayde Júnior, 1999).

Muitos países localizados em regiões áridas e semi-áridas têm incluído a reutilização da água no planejamento de recursos hídricos, haja vista que a escassez de água de boa qualidade tem limitado o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Nesse sentido, os efluentes estão constituindo parte integrante do plano nacional dos recursos hídricos de vários países (TANJI, 1997; BOUWER, 2000). Em alguns casos, como Jordânia e Arábia Saudita, tem havido uma política nacional para reutilização de todos os efluentes gerados (PESCOD, 1992). Em determinadas regiões do México e da costa desértica do Peru, como consequência do desequilíbrio dos recursos hídricos, somado ao crescimento acelerado das cidades, as atividades agrícolas foram seriamente afetadas, tornando obrigatório e urgente o uso das águas residuárias como única alternativa para sobrevivência, viabilizando a irrigação de mais de 400.000 ha (LÉON & CAVALLINI, 1996).

Segundo VAN DER HOEK *et al.* (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária para fins agrícolas residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), concorrendo para a preservação do meio ambiente.

No Brasil, são escassos os registros de utilização de água residuária para fins agropecuários, exceto na produção de cana-de-açúcar, o que não significa que essa prática não ocorra (BASTOS, 2003), principalmente em periferias das grandes cidades, onde são cultivadas, geralmente, olerícolas e forrageiras para alimentação animal (KONIG *et al.*, 1998). O uso em olerícolas é questionável por se tratar de culturas alimentares.



#### 4. Reflorestamento/produção de mudas florestais com água residuária

Estudos sobre o manejo solo-planta-água para a produção de mudas de essências florestais, com o intuito de se obter mudas de alta qualidade técnica e melhor adaptação às condições da região Nordeste, são praticamente inexistentes, o que tem limitado o aumento da produção e a qualidade de tais mudas (LUCENA e SILVA, 2000).

A crescente escassez de recursos hídricos tem limitado os empreendimentos florestais (reflorestamento de áreas degradadas e arborização urbana) como também a produção de produtos florestais causando preocupação por parte dos agricultores, viveiristas e cooperativas em racionalizar a produção florestal. Em função disso, tem-se observado interesse, por parte dos silvicultores, em técnicas e manejo adequados no intuito de racionalizar a utilização dos recursos hídricos.

O uso das águas residuárias na irrigação das culturas tem oferecido excelentes resultados, uma vez que essas águas são ricas em nutrientes (BASTOS, 1999). A utilização de águas prétratadas na produção de mudas de essências florestais vem dar contribuição à agricultura ecológica preservando o meio ambiente e, sobretudo, permitindo a obtenção de mudas de boa qualidade e de baixo custo. Por outro lado, estas mudas têm que ser produzidas em substratos cujas propriedades físicas não sejam limitantes recebendo água e nutrientes em quantidades adequadas. Segundo Minami (2000) e Lima et al. (2001), os substratos utilizados na multiplicação de plantas devem apresentar fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, terem propriedades físicas e químicas adequadas, além da capacidade de suporte da planta a qual o substrato se destina.

A necessidade de se implementar um programa de recomposição da cobertura vegetal das áreas afetadas pela desertificação no Brasil, sobretudo em áreas de domínio do Bioma Caatinga, remete ao aumento no consumo de água para produção de mudas florestais. Como se tem uma situação de escassez hídrica na região semi-árida brasileira, onde o consumo humano é prioritário sobre todas as demandas, cria-se um problema cuja causa leva a um agravamento constante dos efeitos da degradação ambiental. Assim sendo, buscou-se no reuso de água uma alternativa viável para sanar, na origem, o problema de recuperação de áreas degradadas através da restauração dos ecossistemas florestais com a utilização de efluente de esgotamento sanitário tratado para produção de mudas.

#### 5. Resultados de pesquisas/mudas florestais/águas residuárias

Augusto et al. (2003) obtiveram resultados satisfatórios estudando a produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (Capixingui) e *Copaifera langsdorffii*. Desf. (copaíba) em um sistema de subirrigação com águas residuárias resultantes do tratamento biológico do esgoto. Embora as mudas produzidas com essa água residuária tenham apresentado crescimento inferior àquelas produzidas com fertilizantes minerais, não foram constatadas mortalidade, deficiência ou toxidez aparente (Augusto et al, 2007).

Augusto et al (2007) trabalhando com produção de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando águas residuárias em um sistema de subirrigação contínua chegou aos resultados que indicaram que águas residuárias provenientes de sistemas biológicos de tratamento de esgotos podem ser utilizadas na fertirrigação de viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, pois todas as plantas sobreviveram, sem deficiência ou toxidez de nutrientes aparente. Entretanto, constatou-se um menor desenvolvimento geral das mudas produzidas com água residuária quando comparadas com aquelas produzidas com fertilizantes químicos, em razão da menor disponibilidade de macronutrientes, evidenciando que essas mudas necessitarão de maior tempo no viveiro, quando comparadas com as produzidas com fertilizantes minerais.



Lucena et al, no trabalho intitulado “Emprego de substratos irrigados com água de abastecimento e residuária na propagação do *flamboyant*” obteve o resultados de que a irrigação dos substratos com água de abastecimento e residuária não interferiram na germinação das sementes de *flamboyant*.

## 6. Conclusões

.A água residuária pode ser utilizada na fertirrigação de viveiros para produção de mudas das espécies estudadas (capixingui, copaiba, aroeira, ipê roxo, jucá, mororó, mulungu, pereiro, eucalipto, canafistula) pois as plantas se mostraram sadias, vigorosas, com bom desenvolvimento, boa sobrevivência, sem deficiência ou toxidez de nutrientes aparente.

.O desenvolvimento do sistema radicular foi favorecido no sistema com água residuária, o que é uma característica desejável para maior sobrevivência das mudas no campo.

.O desenvolvimento das mudas é mais lento, o que leva a crer que as mudas florestais produzidas com o uso da água residuária necessitarão de maior tempo no viveiro, quando comparadas às produzidas com fertilizantes minerais.

## 7. Referências

Augusto, D. C. C.; Guerrini, I. A.; Engel, V. L.; Rousseau, G. X. **Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento Biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* hill. Ex. Maiden.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.745-751, 2007.

AYRES, R.S.; WESCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** UFPB, Campina Grande, PB, 1991, 217p.

BASTOS, R.K.X. Fertirrigação com águas residuárias. **In:** FOLEGATTI, M.V. (Coord.)Fertirrigação: Citrus, flores e hortaliças. Guaíba:Agropecuária, 1999. 279p.

BASTOS, R.K.X (Coord.). **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura.** Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. 267 p. Projeto PROSAB

BOUWER, H. **Integrated water management: emerging issues and challenges.** *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.45, n.3, p.217-28, 2000.

CROMER, R. N. **Irrigation of radiata pine with wastewater: A review of the potential for tree growth and water renovation.** Aust. For., v. 43, p. 87-100, 1980.

GASI, T. M. T. **Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades.** São Paulo: CETESB, 1988. 36p. (Série Manuais, 3)

INHOFF, K.; KLAUS, T., **Manual de tratamento de águas residuárias.** Edgard Blugard, São Paulo, 1998.

KONIG, A.; SANTOS, A.V.; CEBALLOS, B.S.O.; CAVALCANTI, R.B.; GHEYI, H.R. The controlled reuse of wastewater in agriculture, a solution for large cities. **In:** INTER-REGIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENT-WATER: INNOVATIVE ISSUES IN



IRRIGATION AND DRAINAGE, 1., 1998, Lisboa. *Proceedings...* Lisboa: CIGR, 1998. p.574-80.

LEON, S.G.; CAVALLINI, J.M. *Tratamiento y uso de aguas residuales*. Lima: CEPIS-OPS-OMS, 1996. 152 p.

LIMA, R.L.S.; FERNANDES, V.L.B.; OLIVEIRA, V.W.; HERNANDEZ, F.F.F. **Crescimento de mudas de cajueiro-anão precoce “CCP-76” submetidas à adubações orgânica e mineral**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.391-395, 2001.

Lucena, A. M. A. de; Guerra, H. O. C; Chaves, L. H. G.; Costa, F. X. **Influência da natureza do substrato e da água de Irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*delonix regia*)**. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.20, n.3, p.112-120, julho/setembro 2007. [www.ufersa.edu.br/caatinga](http://www.ufersa.edu.br/caatinga)

LUCENA, A.M.A.de.; SILVA, H. **Utilização da matéria orgânica na produção de mudas de essências florestais, destinadas aos parques florestais de Campina Grande-PB**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 52, 2000, Brasília- DF. Anais..., Brasília. SBPC, CD ROM, 2000.

MARENCO, R.A. **Arborização Urbana**, In: Anais do II Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. 613p.

PESCOD, M.B. e ARAR, A. *Treatment and use of sewage effluents for irrigation*. Butterworths, Londres. 1992.

POSTEL, S. L.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. **Human appropriation of renewable fresh water**. *Science*, v.271, p.785-788, 1996.

TANJI, K.K. **Irrigation with marginal quality waters: issues**. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.123, n.3, p.165-9, 1997.

TUNDISI, J.G. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios, **In**: Conferência de abertura do Congresso Brasileiro de Limnologia, 7. São Carlos, *Anais...* SP, 1999, 24p.

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U.M.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. **Urban wastewater: a valuable resource for agriculture**. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63)