

## REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA AGRICULTURA: A EXPERIÊNCIA ISRAELENSE E BRASILEIRA

---

Felizardo Adenilson Rocha<sup>1</sup>, Joseane Oliveira da Silva<sup>1</sup>, Flávia Marianni Barros<sup>2</sup>

1. Professor do Instituto Federal da Bahia – IFBA – Campus Vitória da Conquista, Bahia, (felizardoar@hotmail.com; joseaneoliveiras@yahoo.com.br)

2. Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB (mariamariani@yahoo.com.br)

---

### RESUMO

O reuso de água na agricultura tem se difundido em todo o mundo. Neste trabalho, buscou-se sintetizar parte da experiência brasileira e israelense com reuso de águas residuárias. Enquanto em Israel essa prática já é difundida há décadas e com tecnologias de tratamento e aplicação avançadas. No Brasil, observa-se que esta atividade é exercida de maneira informal e sem normativas específicas. Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias compatíveis com a nossa realidade técnica, socioeconômica e edafoclimáticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de esgoto, recursos hídricos, águas residuárias

### WASTEWATER USE IN AGRICULTURE: THE EXPERIENCE OF ISRAEL AND BRAZIL

**ABSTRACT:** The wastewater use in agriculture has been disseminate around the world. This work, reported the Israeli and Brazilian experience with wastewater reuse in some agriculture activities. While the Israel the reuse is used for several decade techniques for irrigation and advanced technologies for treatment. On the other hand, in Brazil, the activities occur without concrete procedures and just some places. Therefore, it is very necessary import to development new technologies to attend the Brazilian cases, take into account social, economic e climatic condition existing in Brazil.

**KEYWORDS:** Sewage treatment, water resources, wastewater

### INTRODUÇÃO

Na atualidade, o homem possui uma relação dualista com o recurso água, sendo necessário universalizar o acesso à água e ao mesmo tempo promover a sustentabilidade dos recursos hídricos. É fato que uma parcela significativa da população mundial não tem acesso a água potável e, por outro lado, reconhece-se a realidade da exaustão dos recursos hídricos. Logo, cabe ressaltar o grande desafio que se estabelece: Como atender à crescente demanda da universalização do acesso, quando o próprio insumo em questão tende à escassez?

A escassez dos recursos hídricos, seja por problemas climáticos, seja pelo crescente consumo de água ou pela crescente deterioração de sua qualidade, tem-

se tornado cada dia mais agravante, tanto na quantidade quanto na qualidade do recurso água em todo o mundo. Em contrapartida, os efluentes domésticos e agroindustriais apresentam aumento crescente e, dessa forma, podem ser vistos como uma alternativa de uso potencial na agricultura.

A contaminação dos recursos hídricos é muito mais elevada em países da América Latina do que em outras regiões do mundo: fazendo um cálculo per capita, a América do Sul contamina quase 11 vezes mais a água doce que a Europa. Isto não é surpreendente porque se estima que menos de 10% dos municípios da América Latina e Caribe tratam adequadamente as águas residuárias antes de dispô-las nos cursos naturais de água (OPAS, 1990).

No Brasil, o mais freqüente é à disposição de águas residuárias sem tratamento em riachos e rios que desembocam no mar, ou diretamente no mar através de emissário curto. Dentro desse contexto, o reuso de águas agroindustriais e domésticas “tratadas” têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, podendo ser potencialmente utilizada em regiões áridas e semi-áridas, como no nordeste brasileiro.

Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Esta revisão relata parte da experiência brasileira com reuso e, em especial a experiência israelense com o reuso de água, em parte obtidos através de um curso intensivo realizado em Israel, a partir de um convênio firmado entre o Ministério da Integração Nacional (MI) e o Ministério das relações exteriores de Israel, por meio do seu centro de capacitação internacional MASHAV-CINADCO.

## **SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM ISRAEL**

Os recursos hídricos no Brasil correspondem a uma vazão da ordem de  $169.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , cerca de 12 % do total mundial. Deste total, aproximadamente 9,4% se encontra na região norte do país onde vive 5 % da população brasileira e, os 2,6% restantes estão distribuídos nas demais regiões do país. Desse volume, 64,7% da água no Brasil é gasta no setor agrícola, 24,9% usada para o consumo humano e dessedentação de animais e 13,9% utilizada no setor industrial. Dessa forma, apesar de uma aparente abundância do recurso água, sua distribuição é muito irregular (TUNDISI, 2003) e, principalmente as regiões semiáridas brasileira sofrem com a escassez de água, tanto para consumo quanto para uso agrícola.

A nova delimitação do semi-árido brasileiro foi instituída em 2005 pelo MI, tomando-se como base três critérios técnicos: a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; o índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial no período entre 1961 e 1990; e o risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (MI, 2005). Com esta nova delimitação, 1.135 municípios passam a fazer parte do semi-árido, abrangendo uma área de  $980.089,26 \text{ Km}^2$ , onde está inserida uma população de 21.718.168 milhões de pessoas, sendo que 44% destas residem na zona rural (MI, 2005). Portanto, acredita-se que o reuso de água, devidamente planejado, pode ser uma alternativa para o desenvolvimento da agricultura no semi-árido nordestino.

Outro aspecto a ser considerado refere-se ao desperdício de água nos sistemas públicos de abastecimento. Estima-se que no Brasil esse desperdício pode chegar a 45% do volume ofertado à população, o que representa cerca de 4,68 bilhões de m<sup>3</sup> de água produzidos por ano. Adotando-se uma meta de 25 % de perdas que representaria cerca de 2,08 bilhões de m<sup>3</sup> de água ao ano, poder-se-ia economizar algo em torno de R\$ 1,02 bilhão por ano (IBGE, 2000).

Israel é um país do oriente médio, localizado na extremidade sudeste do Mar Mediterrâneo. Este país ocupa uma área de 20.700 km<sup>2</sup> área quase equivalente ao Estado de Sergipe no Brasil, sendo que 50 % dessa área correspondem ao Deserto de Negev.

As precipitações pluviométricas em Israel são escassas, apresentando-se anualmente da seguinte forma: entre 700 mm, na Região da Galiléia, situada ao norte; 500 mm, na região central e 35-200 mm, na região do Deserto de Negev, que abrange cerca de 50% do país (MEKOROT, 2006).

A situação de escassez de água, que predomina em todas as áreas do país, faz com que o país estabeleça como prioridade a introdução de inovações na gestão hídrica, adotando como princípios básicos: a exploração máxima dos recursos hídricos convencionais; a exploração de recursos não convencionais, a exemplo das águas residuais, e a adoção de práticas de uso racional de água (Tabela 1).

**Tabela 1.** Recursos Hídricos e demanda de água em Israel (ano de 2000)

Recursos hídricos		Demanda de água	
Fontes	Milhões de m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>	Setores	Milhões de m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>
Água doce	1350	Urbana	700
Águas salobras	170	Industrial	85
Águas residuais	350	Acordos internacionais (Jordânia, Palestina)	85
		Irrigação com águas doces	500
		Irrigação com águas residuárias e/ou salobras	500
Total	1870	Total	1870

Fonte: Juanico, 2007

A maior fonte de água potável de Israel é o Lago Kineret, que dispõe de águas salobras (cerca de 150 mg.L<sup>-1</sup> de cloretos) e está situado a 212 m abaixo do nível do mar. Este lago é também conhecido como Mar da Galiléia.

Na década de 70 os graves problemas de escassez de água sofridos por Israel levaram a comissão de água daquele país a incentivar o reuso de águas residuárias e a construção de sistemas de tratamento e armazenamento do efluente (HERSHOVITZ et al., 1979). Com o desenvolvimento da indústria têxtil cresce o número de pequenos projetos fazendo reuso via água de irrigação de baixa qualidade no algodão, haja vista que o algodão não requer nenhuma qualidade especial. Atualmente, a produção de águas residuárias no país é de 500 Mm<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo 370 Mm<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> sendo reutilizadas. Portanto, 75 % das águas residuárias são reutilizadas, principalmente na irrigação agrícola; com expectativa de ampliação.

Para superar este fato, a maioria dos recursos hídricos potáveis de Israel está reunida numa rede integrada, cuja artéria principal é o Aqueduto Nacional, o qual traz água do norte e do centro do país até o sul semi-árido. O sistema de distribuição de água potável é feito de forma separada do sistema de distribuição de água para

reuso tratada. Em Israel, adota o sistema de distribuição de água dual, uma rede de água potável (de cor branca ou azul) que leva água potável para o consumo das casas, escritórios e indústrias; e a outra de águas residuais (de cor roxa), que são utilizadas na irrigação de culturas agrícolas.

## O QUE É REUSO?

O termo reuso de águas residuárias é geralmente sinônimo de águas recicladas, águas recuperadas, águas servidas e vem a ser uma tecnologia desenvolvida para aproveitamento de água já utilizada, com grau de tratamento variado, dependendo do fim a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente (SHELEF, 1991; AZOV et al., 1992)

De uma maneira geral, o reuso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não planejadas (HESPANHOL, 2003; MANCUSO e SANTOS, 2003). O reuso também pode ser classificado em duas grandes categorias: potável (direto e indireto) e não potável.

- Reuso potável: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
- Reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após o tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.
- Reuso não potável para fins agrícolas: embora quando se faz uso desta modalidade de reuso via de regra seja usada como subproduto, para recarga do lençol subterrâneo; o objetivo precípua desta prática é a irrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas e cereais, e plantas não alimentícias tais como pastagens e forrageiras, além de ser aplicável para dessedentação de animais.

## TRATAMENTO E QUALIDADE REQUERIDA PARA REUSO AGRÍCOLA

A maioria dos microrganismos endêmicos de origem humana encontrados nas águas residuárias são vírus, bactérias, protozoários e helmintos (TOZE, 1999; HAAS et al.; 1999). A contaminação por estes patógenos dependem de fatores como: quantidade e dispersão na água, dose requerida para infecção e a susceptibilidade da população exposta.

As bactérias são os patógenos mais comuns em águas residuárias. A maioria das bactérias patógenas são de origem intestinal, no entanto, existem outros grupos de bactérias que também causam doenças e que são detectadas em águas residuárias, tais como: *Legionella spp.*, *Mycobacterium spp.*, and *Leptospira* (Neumann et al., 1997). Os Helmintos também são parasitas do intestino comuns em águas residuárias. Alguns tipos comuns como *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus*, *Trichuris* causam sérios riscos à saúde humana. Muitas das infecções com Helmintos são causadas por aplicação de efluente in natura, sem tratamento prévio (PEASEY et al., 2000; TOZE, 2006). Na Tabela 2 são apresentados os tipos de reuso e a qualidade da água requerida para reuso agrícola em Israel.

**Tabela 2.** Tipos de reuso e qualidade de água requerida

Uso	Culturas arbóreas e oleaginosas	Culturas limitantes	Culturas ingeridas cruas	Recarga de aquíferos	Reuso industrial	Reuso potável
Remoção de patógenos	x	xx	xxx	xxx	xx	xxxxx
Desinfecção com cloro	-	xx	xx	xx	xx	xxxxx
Remoção de sólidos suspensos e dissolvidos	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxxxx
Presença de OD <sup>(1)</sup>	x	xx	xx	xx	xxx	xxxx
Remoção de DBO e COD <sup>(2)</sup>	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxxx
Remoção de nutrientes	-	-	-	xxx	xxx	xxxxx
Remoção de odor e de cor	x	x	xx	xxx	xxx	xxxxx
Remoção de metais pesados	x	xx	xxx	xxxx	xx	xxxxx
Remoção de salinidade excessiva	0	x	x	-	xx	xxx

Fonte: Shelef (1991) (-) não necessário; (0) usualmente não necessário; (x) ligeiramente necessário; (xx) moderadamente necessário; (xxx) fortemente necessário; (xxxx) extremamente necessário; (xxxxx) imprescindível. <sup>(1)</sup> OD= oxigênio dissolvido; <sup>(2)</sup> DBO= demanda bioquímica de oxigênio; COD= carbono orgânico dissolvido.

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. Posteriormente, vários estudos científicos mostraram que os padrões microbiológicos adotados no Estado da Califórnia eram muitos rígidos e desnecessários. Em 1989 a OMS publicou as recomendações “*Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture*” nas quais os padrões microbiológicos mostrados são exibidos na Tabela 3 (WHO, 1989), *apud* Hespanhol (2003).

**Tabela 3.** Qualidade microbiológica de águas residuárias para uso na agricultura

Condições de reuso	Ovos de nematóides intestinais/L	Coliformes fecais/100mL	Tratamento de esgoto sugerido para se atingir tal padrão microbiológico
Irrigação de culturas que são ingeridas cruas, campos esportivos e parques públicos	≤ 1	≤ 1000	Uma série de lagoas estabilização projetada para atingir o padrão desejado ou tratamento equivalente
Irrigação de culturas cerealíferas, a serem industrializadas, forragens, pastagens e arbóreas	≤ 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) *apud* Hespanhol (2003)

No tratamento de águas residuárias, o principal propósito do tratamento é a redução dos sólidos totais suspensos e dissolvidos, da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), da demanda química de oxigênio (DQO), bem como eliminar grande parte dos organismos patogênicos. O tratamento pode ser o mais diversificado possível: filtros biológicos, lodos ativados, lagoas de estabilização, etc. O sistema de tratamento a ser adotado depende das características do efluente a ser tratado, da carga orgânica e vazão do afluente, bem como do grau de tratamento que se deseja (qualidade do efluente tratado) e do uso previsto para o efluente.

Juanicó (2007) define quatro tipos de cultura com diferentes exigências de qualidade de água. Para o autor as culturas industriais, como o algodão, podem ser irrigadas com efluentes com  $DBO < 60 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $SST < 50 \text{ mg.L}^{-1}$  e oxigênio dissolvido  $> 0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . Por outro lado, para que a água de reuso seja utilizada de forma irrestrita, sem danos às culturas, é necessário uma maior qualidade com  $DBO < 15 \text{ mg.L}^{-1}$ , cloração com duas horas de tempo de contato, cloro residual  $> 0,50 \text{ mg.L}^{-1}$  e coliformes  $< 12 \text{ NMP/100mL}$ .

Em 1918, o Departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia (EUA), emitia a primeira regulamentação que se tem conhecimento, proibindo o consumo in natura de alimentos irrigados com águas residuárias. Desde então, várias mudanças nestas normas ocorreram. Atualmente, nos Estados Unidos vigora as diretrizes estabelecidas pela USEPA (2004). Por esta norma, a irrigação irrestrita (ex: culturas alimentícias) por aspersão em qualquer situação, exige-se um padrão de qualidade de efluentes semelhante ao padrão de potabilidade da água (ausência de coliformes e organismo patogênicos, turbidez  $\leq 2 \text{ uT}$  e cloro residual  $\geq 1 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Para irrigação restrita (culturas industriais, siveicultura, pomares), exige também desinfecção e a garantia do cloro residual  $\geq 1 \text{ mg.L}^{-1}$ , mas um padrão bacteriológico  $\leq 200 \text{ Cter por } 100 \text{ mL}$ , o que pressupõe a tolerância à presença de patógenos em alguma densidade.

A USEPA (2004), define que o padrão de qualidade de esgoto sanitário para reuso agrícola deve ter pH entre 6 e 9,  $DBO \leq 10 \text{ mg.L}^{-1}$ , e que o tratamento deve possuir nível secundário com filtração mais desinfecção. Em culturas como pastagens, grãos e cereais (culturas não destinadas ao consumo direto pelo homem) o pH do esgoto deve estar entre 6 e 9, com  $DBO \leq 30 \text{ mg.L}^{-1}$ .

O custo de tratamento vai depender da tecnologia adotada. O custo da água de reuso observado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) na região metropolitana de São Paulo, que trata cerca de 12 mil litros por segundo de esgotos esta entre R\$ 0,41 a R\$ 0,69 /  $\text{m}^3$  (SANTOS, 2003).

### **REUSO DE ÁGUAS RESÍDUÁRIAS: QUE SE PODE APRENDER DA EXPERIÊNCIA ISRAELENSE?**

Após longos anos enfrentando graves problemas em decorrência da escassez hídrica, Israel conseguiu superar a falta do recurso água, tornando o reuso uma prática difundida, planejada, economicamente viável e, principalmente, com uma alternativa de convivência com o problema da escassez hídrica. Cerca de 30% dos recursos hídricos disponíveis vem do processo de desalinação de águas do mar, 30% de águas subterrâneas são originadas de vários aquíferos e os 30% restantes são provenientes do mar da Galileia. Este último representa a água de melhor qualidade.

Em Israel, por exemplo, as águas residuárias são consideradas como parte integrante dos recursos hídricos do país a mais de quatro décadas. A reutilização da água doméstica tem sido maciça e hoje Israel reutiliza 75% dos efluentes gerados contra 14% na Espanha, 9% na Austrália, 8% na Itália, 5% na Grécia e menos de 1% na Europa (JUANICÓ, 2007).

Conclui-se que o reuso de águas residuárias deve ser pensado de forma integrada, sendo necessário um esforço em vários níveis: normativo, institucional, financeiro, tecnológico, agrônômico, entre outros, para que a prática do reuso de águas residuárias ocorra de forma eficiente e contínua. Portanto, os seguintes aspectos devem ser analisados: a) deve-se evitar a superposição de responsabilidades entre as distintas instituições envolvidas; b) em termos de reuso de águas urbanas, pode-se pensar em firmar um contrato entre o setor urbano e rural, estabelecendo claramente as responsabilidades das partes envolvidas; c) as técnicas de proteção da saúde pública e de conscientização da população (educação ambiental) são ações que devem ser priorizadas em conjunto com as novas tecnologias de tratamento e manejo agrícola do efluente tratado. Por último, deve haver incentivos governamentais para pesquisa e difusão dessa prática, principalmente e regiões semiáridas.

## **CONCLUSÕES**

Diante do exposto e, considerando que já existe atividade de reuso de água com fins agrícolas em certas regiões do Brasil, a qual é exercida de maneira informal, sem maiores cuidados com o meio ambiente e a saúde pública, torna-se necessário institucionalizar, regulamentar e promover o setor através da criação de estruturas de gestão, definição de legislação, disseminação de informação e desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas e edafoclimáticas.

Além disso, os critérios para reuso devem considerar não somente aqueles relacionados com a proteção à saúde, mas deve considerar a modalidade de reuso, tais com impactos no solo (salinidade e sodicidade), danos ao sistema de aplicação (entupimento do sistema de irrigação, toxicidade as plantas e peixes).

Neste sentido, o Ministério da Integração Nacional (MI), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), aliado às instituições de ensino e pesquisa estão promovendo discussões e pesquisas em todo o Brasil, visando à proposição de políticas e normativas específicas para o reuso de água na agricultura.

Também deve haver incentivo normativo e fiscal para a prática do reuso, haja vista que no Brasil a escassez de água ainda não é tão severa quanto em Israel. Dessa forma, as leis brasileiras devem ser mais restritivas para o consumo de água de boa qualidade e mais atrativa ao uso das águas residuárias.

Enfim, considerando que o Brasil ainda está iniciando na prática do reuso de águas, deve-se focar sua aplicação em culturas agrícolas menos restritivas como o algodão, mamona, girassol, flores e culturas arbóreas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AZOV, Y.; JUANICO, M.; SHELEF, G. Monitoring large scale wastewater reclamation systems – Policy and experience. **Water Science Technology**, v.26, n.7-8, p.1545-1553. 1992.

HAAS, C.N., ROSE, J.B., GERBA, C.P. **Quantitative Microbial Risk Assessment**. John Wiley and Sons, New York. 1999. 461P.

HERSHKOVITZ, S.Z.; MOR, A.; NOI, Y.; FEINMESSER, A.; FLEISHER, M. **Utilization of sewage for crop irrigation**. Agricultural Publications Division, Water of Comission, Ministry of Agriculture, n.85, Israel. 1979.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Bahia Análise e Dados**, Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 411-437, 2003.

IBGE. Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2000. 36p.

JUANICÓ, M. Reutilización de águas residuales. Qué se puede aprender de la experiencia israelí. **Revista Tecnologia Del Água**, p.58-67. 2007.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. Reuso de água. In: **Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos**. Barueri: Editora Manole, 2003. 37-97p.

MEKOROT, Israel National Water Company. **Wastewater treatment and effluent reuse**. Public Relations Unit. Tel Aviv, 2006.

MI, Ministério da Integração Nacional. **PDSA - Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido**. Versão preliminar para Discussão – Documentos de Base 01, Brasília: Cidade Gráfica e Editora LTDA, 2005.

NEUMANN, M., SCHULZE-ROBBECKE, R., HAGENAU, C., BEHRINGER, K. Comparison of methods for isolation of mycobacteria from water. **Apply Environment Microbiology**, v. 63, 547–552. 1997.

OPAS/OMS. **Las condiciones de Salud en las Americas**. Vol.1, Publicación Científica No 524. Organizacion Panamericana de La Salud - Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organizacion Mundial de La Salud, Washington - DC, EUA, 528p. 1990.

PEASEY, A., BLUMENTHAL, U., MARA, D., RUIZ-PALACIOS, G. **A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American Perspective**. WELL Study. 2000.

SANTOS, A.D. **Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2003. 265p. (Dissertação de Mestrado).

SHELEF, G. Wastewater reclamation and water resources management. **Water Science Technology**, v.24, n.9, p.251-265, 1991.

TOZE, S. PCR and the detection of microbial pathogens in water and wastewaters. **Water Research**, 33, 3545 – 3556. 1999.

TOZE, S. Reuse of effluent waterd – benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v.80, p.147–159, 2006.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003. 248p.

USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines for water reuse. 2 nd ed. Washington DC: USEPA, 2004. (Report n EPA/625/R-4/108). Disponível em:[http:// www.epa.gov/ord/NRMRL/pubs/625r04108](http://www.epa.gov/ord/NRMRL/pubs/625r04108). Acesso em 03/10/2010.