

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA PARA REUSO NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA-CE.

¹*Olga Rubênia da Silva Caminha de Menezes*

RESUMO

O reuso de esgotos tratados é um instrumento para conservação da água e para a redução de sua poluição através de dois mecanismos: menos esgoto lançado e mais oferta de água. O crescimento econômico e populacional da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) no último século causou aumento da demanda pelos recursos hídricos e aumentou a vazão de esgotos. A água de reuso pode ser usada para fins menos exigentes. Lagoas de estabilização são a mais simples tecnologia de tratamento de esgotos e são indicadas para as condições nordestinas. Este trabalho tem como objetivos avaliar, com base em dados secundários, os níveis de contaminação do efluente pré-tratado de 19 Estações de Tratamento de Esgoto da RMF e, avaliar as possibilidades de reuso do esgoto tratado. Os valores médios de DBO, OD, *Escherichia coli*, SST e Turbidez encontrados nos efluentes das 19 ETEs foram respectivamente, 112,55 mg/L; 1,3 mg/L; 2,86x10⁶ NMP/100mL; 122,50 mg/L; 8,10; 1337 µS/cm e 235,20 uT. O reuso de esgoto tratado é uma alternativa para melhorar a produtividade das culturas que não recebem nenhum tipo de adubação, para disponibilizar água potável, e para manter a vazão dos rios e lagos durante os períodos secos do ano.

Palavras-chave: Reuso de água, lagoas de estabilização, qualidade de água.

ABSTRACT

The reuse of treated sewage is an instrument for water conservation and to reduce its pollution through two mechanisms: less sewage released and more supply of water. Population and economic growth of the Metropolitan Region of Fortaleza (MRF) in the last century caused increase of the demand for water resources, resulting equally in increased flow of sewage. The reclaimed water can be used for purpose less demanding. Stabilization ponds are the simplest technology for sewage treatment and are indicated for the northeastern conditions. This study aims to evaluate, based on secondary data, the available supply and the levels of contamination of pre-treated effluent from 19 Sewage Treatment Plants (STP) of MRF and assess the possibilities for reuse of wastewater treated in the RMF. The average values of BOD, OD, *Escherichia coli*, TSS, pH, and Turbidity found in effluents from 18 STP were respectively 112,55 mg/L; 1,3 mg/L; 2,86x10⁶ NMP/100mL; 122,50 mg/L; 8,10; and 235,20 uT. The reuse of treated wastewater is an alternative to provide potable water, improving the productivity of crops that do not receive any type of fertilizer and keep the flow of rivers and lakes during the dry periods of the year.

Key words: Water reuse, stabilization ponds, water quality.

¹Engenheira Agrônoma – UFC, Mestranda Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – UnB; Email: rubeniacaminha@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em regiões áridas e semi-áridas há um crescente interesse em reuso de água a fim de promover usos apropriados, eficientes e sustentáveis. A conscientização de que os recursos hídricos são finitos tem aumentado as exigências por sua conservação. As municipalidades reconhecem os benefícios de reuso não potável urbano e têm começado a fazer planos para minimizar o uso de recursos locais de água (USEPA 2004). A utilização de esgotos sanitários tratados para diversos fins já é realidade em vários países como México, Arábia Saudita, Japão, Austrália, Tunísia, Peru, Alemanha, Israel, Índia, China, África do Sul e Estados Unidos (Blumenthal *et al.*, 2000; Santos 2006). O reuso de águas é uma prática que deve ser incentivada no Nordeste do Brasil, porque se constitui em uma fonte alternativa de suprimento de água, escassa na região; proporciona a liberação da água disponível para outros fins, como o abastecimento humano; reduz o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos em corpos d'água os quais, em grande parte, são intermitentes, com vazão nula durante vários meses do ano; além do fato do esgoto doméstico tratado conter nutrientes, úteis às culturas irrigadas.

Para Bernardi (2003), o reuso de água se reveste de extrema importância em função da escassez de água que afeta algumas regiões do país, motivada por problemas de quantidade e de qualidade da água, bem como da existência de grande potencial para a reutilização da água em diversos meios, tais como: agricultura, indústria, usos urbanos etc.

De acordo com Hespanhol (2002), as águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. Para Bezerra (2000), a finalidade principal do reuso de águas é a melhoria na qualidade ambiental através da recuperação dos nutrientes para as culturas agrícolas.

O crescimento da Região Metropolitana de Fortaleza provocou o aumento da demanda pelos recursos hídricos, assim como sua progressiva deterioração, uma vez que a maioria dos equipamentos urbanos não dispõe de rede de coleta de esgotos, tendo como solução o lançamento de dejetos em leitos de rios ou a disposição destes no solo, resultando em contaminação dos aquíferos. O aumento da oferta de água potável na capital e no interior do Ceará resultará no aumento da vazão do esgoto produzido. Uma vez que no Ceará os sistemas de esgotamento sanitário lançam as águas residuárias pré-tratadas ao mar ou em corpos hídricos como rios, a avaliação da quantidade de efluente disponível à reutilização para fins menos nobres torna-se um importante instrumento para conservação e combate ao aumento da poluição das águas.

O reuso de efluentes tratados ocorre para fins não-potáveis, podendo ser utilizado, entre outras atividades, para reuso agrícola, reuso urbano, reuso industrial e reuso ambiental, desde que observados os padrões de qualidade requeridos para tais atividades.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade do esgoto tratado disponível para reuso na Região Metropolitana de Fortaleza-CE, particularmente dos municípios de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú. Os objetivos específicos são: avaliar, com base em dados secundários, os níveis de contaminação do esgoto tratado de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú comparando-os com os níveis recomendados e tolerados para os usos possíveis de reuso; e avaliar possibilidades de reuso das águas residuárias tratadas na RMF.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados dados secundários de 18 ETEs, durante um período de três anos. O Laboratório Central da Companhia de Água e Esgoto do Ceará- CAGECE forneceu os dados para que fosse realizado o tratamento estatístico. Na Tabela 3.1 podem-se observar algumas características das ETEs da RMF, todas do tipo Lagoas de Estabilização. Os parâmetros avaliados foram Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Suspensos Totais (SST), Turbidez, *Escherichia coli*, Fósforo Solúvel (P_{sol}), Nitrato (N-NO₃) e Amônia (N-NH₃).

Tabela 3.1 - Características dos sistemas de esgotamento sanitário da RMF.

ETE	Tipo de Tratamento	Ano de Construção	Vazão de Projeto (m ³ /d)	Vazão de Operação Real (m ³ /d)
F	Nova Metrópole	1 facultativa	nd	1.944
A	Araturi	1 facultativa	1986	2.026
C	Jereissati III	1 facultativa	1987	319
U	Lagamar	1 facultativa	1985	2.025
L	Conjunto Ceará	3 facultativas (paralelas)	1974	4.095
T	João Paulo II	1 facultativa	1988	428
A	Conj. Esperança	1 facultativa	1990	1.102
TI	São Francisco	1 facultativa	1981	258
VA	Planalto Caucaia	1 facultativa	1984	864
	Tabapuá	1 fac. + 2 mat.	nd	240
S	Conj. Palmeiras	1 anae. + 3 mat.	1997	2.160
É	Guadalajara	1 anae.+1 fac.+ 3 mat.	1996	152
R	São Cristóvão	1 anae. + 1 fac. + 2 mat.	1993	1.561
I	Tupãmirim	1 anae. + 1 fac. + 2 mat.	1994	435
E	Parque Fluminense	1 anae. + 1 fac. + 1 mat.	1991	423
	SIDI	1 anae.+ 1fac. + 3 mat.	1992	1054 3
	Marechal Rondon	1 anae.+ 2 fac. + 2 mat.	1986	nd
	José Walter	1fac. + 2 mat.	2001	nd

fac: lagoa facultativa; mat: lagoa de maturação; anae: lagoa anaeróbia; nd: não disponível.

Quando não há um plano de reuso para o esgoto tratado o destino final desses efluentes são os corpos hídricos receptores. Assim, para a avaliação da qualidade das águas residuárias os valores foram comparados aos padrões de lançamento de efluentes recomendados pela Resolução CONAMA 357 de 2005.

Com os dados de análise dos efluentes caracterizou-se a qualidade da água para reuso. As discussões dos critérios de qualidade microbiológica para o reuso foram desenvolvidas com base nos critérios gerais recomendados pela *United States Environmental Protection Agency* - USEPA (2004) e pela Organização Mundial de Saúde - OMS (2000). A USEPA exige para a irrigação irrestrita um padrão de qualidade de efluentes semelhantes ao padrão de potabilidade da água (ausência de coliformes e organismos patogênicos), enquanto que a OMS possui critérios menos exigentes em relação à qualidade bacteriológica, mas rigorosos quanto à remoção de helmintos.

Para análise do possível reuso dos efluentes tratados das estações de tratamento de esgoto algumas atividades foram avaliadas. As atividades englobaram reuso agrícola e reuso urbano.

As atividades escolhidas foram irrigação de culturas não alimentícias, irrigação de culturas consumidas cruas, irrigação de áreas com acesso restrito ao público, piscicultura e utilização na construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 4.1 e 4.2 podem ser comparados os limites máximos recomendados pela USEPA 2004 e pela resolução CONAMA 357 com os resultados obtidos das análises do esgoto tratado das estações de tratamento.

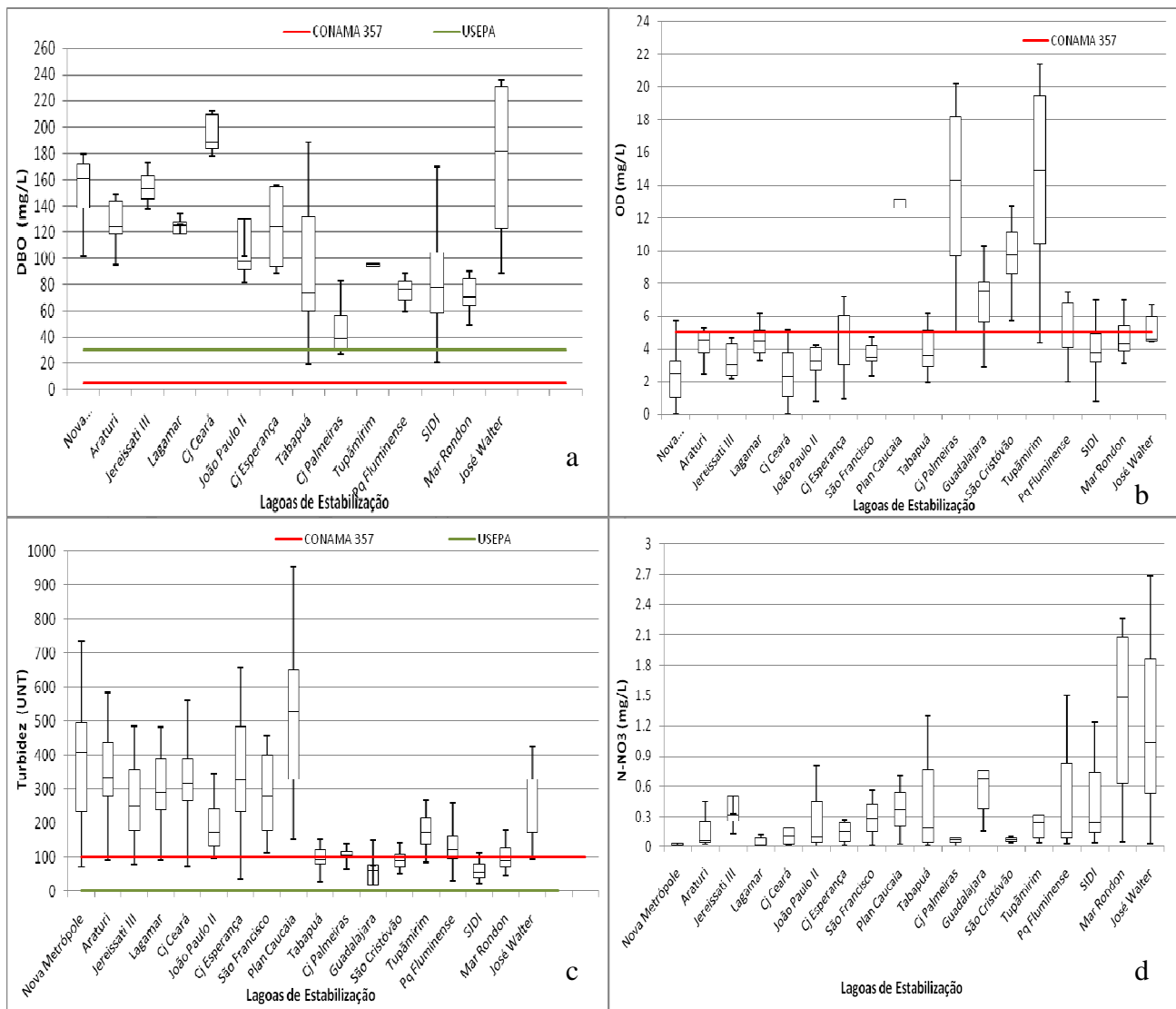


Figura 4.1 – Gráfico Box-plot dos parâmetros físico-químicos.
a: DBO (mg/L); b: OD (mg/L); c: Turbidez (mg/L); d: N-NO₃ (mg/L).

O valor médio de DBO foi igual a 112,55 mg/L, verificando-se que nenhum efluente atingiu os valores de DBO exigidos pela USEPA para reuso nem pelo CONAMA para lançamento em corpos hídricos. Porém, quatro estações obtiveram em seus valores mínimos, o recomendado para reuso menos restrito.

Os valores de turbidez encontrados em todas as estações de tratamento, mesmo os valores mínimos, são bem maiores que o recomendado de ≤ 2 uT pela USEPA e de 100 uT pelo CONAMA. Os valores de turbidez encontrados são difíceis de ser comparado com outros trabalhos devido à falta de resultados expressos em turbidez. A maioria dos trabalhos refere-se à transparência.

As lagoas facultativas obtiveram os valores de OD mais próximos ou dentro do limite recomendado pelo CONAMA do que as lagoas que operam em série, devido à presença de lagoas de maturação de menor profundidade e maior presença de algas.

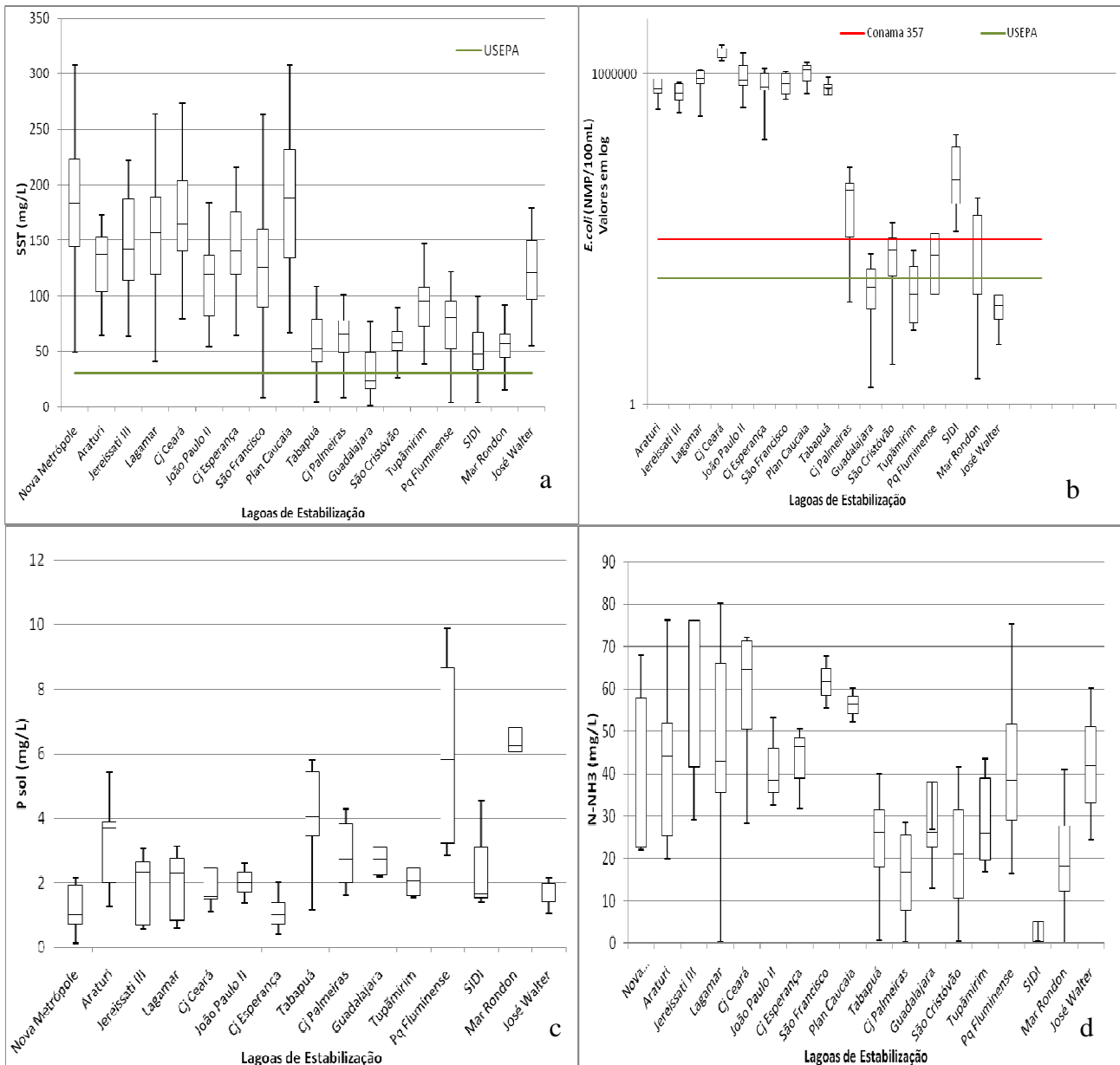


Figura 4.2 – Gráfico Box-plot dos parâmetros físico-químicos e biológicos.
a: SST (mg/L); b: E.coli (NMP/100 mL); c: P_{sol} (mg/L); d: N-NH₃ (mg/L)

As concentrações médias de SST superaram os 30 mg/L recomendados pela USEPA para reúso, mas oito ETEs conseguiram resultados mínimos muito inferiores ao recomendado. Na Figura 4.2^a pode-se observar que as estações de tratamento com lagoas em série obtiveram os menores valores de SST.

Na Figura 4.2b observa-se que as lagoas em série foram as que apresentaram melhores resultados quanto à *E. coli* encontrando-se essas nos limites recomendados pelos dois órgãos. Pode-se observar também a magnitude da diferença de valores nas lagoas facultativas e nas lagoas em série, somente sendo possível a representação dos resultados utilizando-se escala logarítmica.

Na utilização de esgoto tratado para irrigação de frutas e verduras, mesmo com concentrações de *Escherichia coli* e DBO superiores às recomendadas, não foram verificadas condições sanitárias e de produtividade desfavoráveis (Costa, 2006; Neves, 1999; Sousa *et al.*, 2006).

Pelos resultados de N-NO₃, N-NH₃ e P_{sol} observa-se o grande potencial do esgoto tratado de ser utilizado para fertilização de culturas, porém deve-se ter em consideração a condutividade elétrica da água de reúso, uma vez que pode ocorrer a salinização do solo.

Os resultados das análises físico-químicas e biológicas das ETEs no período de estudo (2006 a 2008) são bem superiores ao encontrados por Araújo (2000), Nogueira (1999) e Hortegal Filha (2000) demonstrando a deterioração do sistema de tratamento no decorrer dos anos.

Nenhum efluente das 18 estações de tratamento de esgoto atingiu a qualidade recomendada pela USEPA, OMS para a irrigação de culturas a serem consumidas cruas e para piscicultura. Os dados físico-químicos foram superiores às exigências dos órgãos, assim como as análises de coliformes.

Os efluentes das lagoas de estabilização em série atendem às diretrizes da OMS para irrigação de culturas não alimentícias e irrigação localizada em que não ocorra exposição dos trabalhadores e público em geral, mas não as da USEPA, pois a agência possui critérios muito exigentes.

Seguindo o que já foi observado, os efluentes também não seriam aptos segundo a USEPA para a construção civil, porém essa atividade seria a mais fácil de ser controlada quanto à exposição dos trabalhadores ao efluente.

Apesar da qualidade dos efluentes não ser a recomendada para tais atividades, o reúso informal dos efluentes para irrigação e piscicultura é prática comum nas comunidades próximas às estações de tratamento de esgoto e com a adoção de algumas práticas os efeitos negativos do esgoto tratado podem ser minimizados, como a utilização de botas e luvas pelos trabalhadores, escolha de método de irrigação que reduza o contato do efluente com a cultura (gotejamento em pomares, por exemplo) e proteção de frutos para que não tenham contato direto com o solo irrigado com efluentes. Assim, apesar dos efluentes não atingirem as recomendações, o reúso de esgoto tratado da RMF é uma alternativa para melhorar a produtividade das culturas que não recebem nenhum tipo de adubação, em alguns casos para manter a vazão dos rios e lagos durante os períodos secos do ano, para a preservação ambiental e disponibilizar água potável para consumo humano.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. F. P. (1999). *Lagoas de estabilização na Região Metropolitana de Fortaleza – RMF: Qualidade e potencialidade de reúso do efluente final*. Dissertação. (Curso de pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 88p.
- BEZERRA, F. C. L. (2000). Reúso planejado de águas residuárias em irrigação: Uma alternativa para o Estado do Ceará. In: MOTA, S. (Org.). *Reúso de águas: a experiência da Universidade Federal do Ceará*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, pp.31-56.
- BLUMENTHAL, U. J.; PEASEY, A.; RUIZ-PALACIOS, G.; MARA, D. D. (2000). *Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence*. London: (WELL Study, Task n.68, Part I).
- BRASIL. *Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357 de 2005*. Classificação de corpos d’água e diretrizes ambientais para seu enquadramento. Publicação DOU nº 53, de 18/03/2005, 58-63.
- HESPANHOL, I. (2002). Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95.
- HORTEGAL FILHA, M.S.R. (2000). Perspectiva do uso das lagoas de maturação na piscicultura. In: Mota, S. (org.) *Reúso de águas: a experiência da Universidade Federal do Ceará*. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Fortaleza, CE, 105-156.
- NEVES, C. A. C. (1999). *Aspectos sanitários do reúso de água na agricultura*. Dissertação (Curso de pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.74p.
- NOGUEIRA, V. L. M. (1999). *Caracterização de us sistema de lagoas de estabilização numa estação de tratamento de esgotos domésticos em escala real, em Fortaleza, Ceará*. 106fl. Dissertação. (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.106p.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. (2000). *Diretrizes para a qualidade microbiológica de água residuárias utilizada na agricultura: recomendações para revisão das diretrizes da OMS*. Boletim da Organização Mundial de Saúde. 78 (9). 13 p.
- SANTOS, M. L. F. - Coord.(2006). *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, PROSAB, 2006. 427 p.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA (2004). *Guidelines for water reuse*. Washington DC.