



II-144 - AVALIAÇÃO DO RISCO MICROBIOLÓGICO ASSOCIADO AO REÚSO DE ÁGUAS CINZA TRATADA PRODUZIDAS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE CLASSE ALTA

Laila de Oliveira Vaz⁽¹⁾

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Renata Spinassé Della Valentina

Graduação em Engenharia Química pela Faculdade de Aracruz. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Paula Vieira Lessa Ribeiro

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Bolsista de Iniciação Científica CNPQ.

Adelmo Inácio Bertoldi

Graduação em Estatística. Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Estatística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutor em Estatística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro,

Ricardo Franci Gonçalves

Graduação em Engenharia Civil com Ênfase Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Dea Sciences Et Techniques de L'environnement pela Ecole Nationale Des Ponts Et Chaussées. Doutor em Engenharia do Tratamento de Águas pelo Institut National Des Sciences Appliquées Toulouse

Endereço⁽¹⁾: Rua São Luiz, Conj. Barcelos bl 11 casa 1111, Aribiri, Vila Velha - ES - CEP: 29120-310 - Brasil - Tel: (27) 3335-2069 - e-mail: laila_vaz@yahoo.com.br

RESUMO

Qualquer atividade de reúso de água implica em considerações relativas à proteção da saúde. Nos casos de reúso de maior porte uma análise de riscos pode ser aplicada, a fim de avaliar os riscos envolvidos. Este trabalho tem como objetivo promover a caracterização físico-química e microbiológica da água cinza produzida em uma edificação residencial de alto padrão, no Município de Vitória (ES), e avaliar o risco microbiológico envolvido no reúso ao longo de todo o sistema hidro-sanitário da edificação. Para isso foi realizado um monitoramento físico-químico e microbiológico das diferentes etapas que compõem a Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC), cujo processo é baseado na associação de um Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC), de um Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS), de um Decantador (DEC), de um Tanque de Equalização de Vazão (TQE), de um Filtro Terciário (FT) e de desinfecção à base de cloro. O tratamento adotado apresentou eficiência na remoção de *E. coli.*, e características compatíveis com diversos padrões estabelecidos para o reúso não potável. Não foi detectado a presença de *Salmonella spp.*, ovos de helmintos, *Cryptosporidium sp.* e *Giardia spp.* no efluente de nenhuma etapa do tratamento. A análise de risco foi realizada de acordo com HASS (1999), utilizando o modelo beta-poison e variáveis descritas por OTTOSON et al., (2003). A probabilidade máxima de risco para a densidade de rotavírus estimada foi de $4,5 \times 10^{-5}$. De acordo com a metodologia de caracterização de risco aplicada, a água cinza não oferece risco de contaminação para rotavírus, levando em consideração a ingestão de 0,1ml por exposição.

PALAVRAS-CHAVE: reúso de água, avaliação de risco microbiológico, tratamento de água cinza.

INTRODUÇÃO

O reúso de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, e ambas devem ser técnica e economicamente viáveis. Embora a água cinza não possua contribuição dos vasos sanitários, de onde provém a maior parte dos microrganismos patogênicos, a limpeza das mãos após o uso do toalete, lavagem de roupas e alimentos fecalmente contaminados ou o próprio banho são possíveis fontes de contaminação e inserção de risco no seu reúso (GONCALVES *et al.*, 2006).

Os riscos devido a produtos químicos na água de reúso são oriundos principalmente da presença de compostos a base de matéria orgânica, de nitrogênio, de enxofre e de metais pesados. Entretanto, esses riscos são menores



do que os causados por microrganismos patogênicos. Em virtude disso, os modelos de avaliação de risco para o reúso não potável são baseados nos riscos microbiológicos (GREGORY *et al.*, 1996).

Para Jordão (2006), nos casos de reúso de maior porte uma análise de riscos pode ser aplicada, a fim de avaliar os riscos envolvidos. Mais do que uma simples análise de riscos, planos de segurança podem ser desenvolvidos, no sentido de se acompanhar e gerenciar as atividades de reúso sob a ótica de minimização de riscos.

A estrutura para avaliação quantitativa de risco microbiológico envolve quatro etapas preliminares: identificação do perigo, avaliação da exposição, avaliação da dose-resposta e caracterização do risco (HASS, 1999). É uma ferramenta de auxílio à decisão que possibilita orientar as medidas de controle e intervenção durante o processo de tratamento da água cinza.

Esta pesquisa fez parte de um projeto de pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) financiado pelo edital 5/2006 do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico), integrante da rede temática nº 5, que trata de novas tecnologias para minimização do consumo de água potável. A pesquisa foi realizada no período de novembro de 2007 a novembro de 2008, e foi desenvolvida em um edifício de alto padrão, onde se encontra construída a Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC) e o sistema de reúso.

A pesquisa foi desenvolvida de acordo com as seguintes etapas:

- Caracterização qualitativa biológica das águas cinza produzidas em uma edificação residencial de classe alta, no Município de Vitória (ES);
- Avaliação do desempenho das diferentes etapas que compõem a ETAC;
- Avaliação do risco microbiológico envolvido no reúso de água cinza.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Parque Experimental da instituição, assim como na edificação residencial de classe alta, onde se encontra construída a estação de tratamento de águas cinza (ETAC) e o sistema de reúso.

A edificação é constituída por 20 pavimentos, sendo: 1 térreo, 1 pavimento técnico, 2 pavimentos de garagem, 15 pavimentos de apartamentos e 1 cobertura, totalizando 8.427,03 m² de área de construção. O pavimento tipo possui 147,51m² de área utilizada, sendo constituído por 4 quartos, 3 banheiros, 1 W.C., 1 lavabo, 1 sala, área de serviço, cozinha, dependência, circulação e 3 varandas. O edifício possui hidrometração individual além de medição individualizada de energia.

O edifício conta com uma rede dupla de abastecimento, sendo uma de água potável, destinada a atender a lavatórios, chuveiros, tanque, máquina de lavar roupa e pia de cozinha, e outra de água de reúso, que abastece os vasos sanitários. A água de reúso também é utilizada para limpeza das áreas comuns do prédio (área de lazer, garagens e escadas) além da rega de jardins.

A água cinza foi gerada pelo uso dos lavatórios, chuveiros, tanque e máquina de lavar abastecidos por água potável. A água cinza bruta gerada era encaminhada a ETAC por gravidade. Após o tratamento, a água cinza (água de reúso), foi bombeada para o reservatório superior de água de reúso de onde ocorria a distribuição para os vasos sanitários

A estação de tratamento de águas cinza (ETAC) é composta por um reator anaeróbio compartimentado (RAC), um filtro biológico aerado submerso (FBAS), um decantador (DEC), um tanque de equalização de vazão (tanque 6), um filtro terciário de membrana e um clorador de pastilha. É constituída por 6 módulos com dimensões individuais de 1,5 x 1,5 x 2,2m (BxLxH). A área total da ETAC incluindo a circulação é de 27m².

O fluxo da estação ocorre de acordo com os usos dos lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa dentro do prédio e a população atendida é de 70 pessoas/dia.

Monitoramento microbiológico da ETAC

O monitoramento das características biológicas da água cinza foi realizado com base nos parâmetros *coliformes totais*, *E.coli*, *Salmonella spp.*, ovos de helmintos, *cistos de Giardia sp.* e *oocistos de*



Cryptosporidium spp.. Para a realização dos testes de Coliformes totais e *E.coli* foi utilizada a metodologia de substrato cromo-fluorogênico conforme Standard Methods (APHA, 2005). O meio comercial utilizado será o Colilert. A detecção de salmonela foi realizada através da técnica proposta pela CETESB (L5. 218 nov/93). As amostras foram cultivadas em meio seletivo selenito com o antibiótico novobiocina a 42°C e Rappaport a 35°C por 24h, seguido por cultura em meio sólido XLD a 37°C por mais 24h. Com base nas características fenotípicas das colônias crescidas em meio XLD, foram retiradas algumas colônias para identificação bioquímica utilizando caldo peptonado, agar TSI e agar fenilalanina e sorologia (soro flagelar e somático). A detecção de ovos de helmintos foi realizada segundo a técnica de Zerbini & Chernicharo (2001), adaptada para efluentes. A concentração de cistos de *Giardia* sp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. foi realizada segundo a técnica de floculação e precipitação por carbonato de cálcio segundo Vesey *et al.*(1993), identificados e quantificados por imunofluorescência direta, utilizando o kit Merifluor para detecção de *Cryptosporidium* /*Giardia* e contagem segundo Palmateer *et al.*(1996). Amostras foram coletadas semanalmente em frascos estéreis na entrada e na saída de cada etapa de tratamento que compõe o conjunto: água cinza bruta / RAC / FBAS / Decantador/Tanque 6/ FT / Clorador.

Avaliação quantitativa do risco microbiológico (AQRM)

A estrutura para AQRM envolve três etapas preliminares: formulação do problema, fase de análise e caracterização do risco. Nessa pesquisa para a AQRM foram utilizados como referência o seguinte patógeno: *E. coli*, e rotavírus.

Após a etapa de monitoramento microbiológico, que corresponde às etapas de identificação do perigo e quantificação da dose ao quais os moradores estarão expostos, foi realizada a etapa de estimativa de risco. Nessa etapa as informações sobre o perfil da exposição e a dose-resposta foram analisadas conjuntamente para os cálculos das probabilidades de infecção (risco) para um cenário de exposição de uma população a um organismo patogênico ou a um ambiente de interesse (BASTOS, 2006).

As potenciais vias de exposição a agentes patogênicos analisadas foram: 1) inalação dos aerossóis de água cinza contendo agentes patogênicos nas diferentes etapas do tratamento, 2) inalação dos aerossóis de água de reúso contendo agentes patogênicos no momento da descarga do vaso sanitário.

Para o uso pretendido, descarga em vaso sanitário, a exposição ficou caracterizada pelo volume e pela frequência de uso. Foi levado em consideração um volume ingerido com mínimo 0,1ml. Para frequência de uso, foi utilizada uma distribuição normal com média de 1460 uso/ano e desvio padrão de 100 usos/ano (ASHBOLT, 2005).

A dose ingerida em cada exposição é calculada de acordo com a equação 3:

$$\text{dose} = \text{densidade na água cinza (NMP/ml)} \times \text{volume ingerido} \quad (\text{equação 3})$$

A análise de risco para rotavírus foi feita de forma teórica, levando em consideração uma faixa média de contaminação da água cinza encontrada na literatura. De acordo com o explanado na literatura, essa pesquisa utilizou uma faixa de $10^{-5} - 10^2/\text{mL}$ de rotavírus para a obtenção de uma curva de probabilidade de infecção anual.

Para o cálculo da estimativa de risco foi utilizado o modelo experimental matemático: beta-poisson (equação 1), o qual melhor se aproximam da infecciosidade experimental dos microrganismos para expressar a probabilidade de infecção resultante da ingestão de um determinado volume de líquido contendo um número médio conhecido de microrganismos (Hass *et al.* 1999), utilizando as variáveis descritas por OTTOSON *et al.*, (2003).

$$PI(d) = 1 - \left(\left[1 + \frac{DI}{DI_{50}} \times \left(2^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right) \right] \right)^{\alpha} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

- PI = Probabilidade de infecção para uma única exposição
- D = Número de organismos ingeridos por exposição (dose)
- DI₅₀ = Dose infectante média
- α = Parâmetros característicos da interação agente-hospedeiro (HAAS *et al.*, 1999)



A partir das equações 1 pode-se estimar o risco para períodos de tempo maiores ou seja, para múltiplas exposições à mesma dose, expresso na equação 2:

$$PI_{(A)}(d) = 1 - [1 - PI(d)]^n \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

PI_(A) = Probabilidade anual de infecção decorrente de n exposições à mesma dose (d)
N = Número de exposições por ano

Assim, conhecida a concentração de um determinado organismo na água e estimada a ingestão de determinado volume líquido, pode-se estimar o risco anual de infecção (BASTOS, 2006). O modelo de equação e as relações dose-resposta utilizadas para a avaliação do risco estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de dose-resposta para os patógenos utilizados na avaliação de risco.

Microrganismos	Modelo	Parâmetros	Referencias
<i>Rotavírus</i>	Beta-Poisson	$\alpha = 0,265$ DI ₅₀ = 5,6	OTTOSON et al., (2003)

RESULTADOS

As características físico-químicas da água cinza bruta foram: 62,19 uc (cor verdadeira), 89,82 NTU (turbidez), 69,25 mg/L (SST), 216,96 mg/L (DQO), 130,83 mg/L (DBO). Quanto às características microbiológicas, a água cinza bruta apresentou $4,4 \times 10^3$ NMP/100mL (CT), $4,2 \times 10^0$ NMP/100mL (*E. coli*). A alta concentração de coliformes totais na AC bruta pode ter sido provocada por bactérias comuns da pele e a baixa prevalência de *E. coli* pode estar relacionada com a condição sócio-econômica alta dos moradores. As concentrações de *E. coli* e coliformes totais (CT) mostraram-se acima dos limites permitidos para reúso em descarga de vaso sanitário. Dessa forma, é necessária a desinfecção previamente ao reúso. Os resultados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização microbiológica da água cinza bruta

Coliforme Total (NMP/100mL)	20	4,4E+03	2,6E+02	3,2E+07	2,6E+02	1,1E+07	1,3E+14
<i>E. coli</i> (NMP/ 100mL)	20	4,24E+00	5,75E+00	1,00E+02	5,00E-01	3,52E+01	1,24E+03
<i>Salmonella spp</i> (NMP/100mL)	12	0					
<i>Cryptosporidium spp.</i>	8	0					
<i>Giardia sp.</i>	8	0					
Ovos de helmintos	8	0					

A estatística descritiva do monitoramento microbiológico da ETAC pode está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Monitoramento microbiológico da ETAC

Parâmetro	Ponto	N	Média	Mediana	Máx	Min	DP
Coliforme total (NMP/100mL)	AC bruta	20	4,36E+03	2,60E+02	3,16E+07	2,60E+02	1,15E+07
	RAC 3	20	1,25E+04	2,42E+03	3,16E+07	2,60E+02	1,16E+07
	FBAS	20	8,29E+03	2,42E+03	1,00E+07	1,46E+02	3,66E+06
	DEC	20	8,95E+03	2,42E+03	1,00E+07	2,60E+02	3,77E+06
	TQE	20	1,06E+04	2,42E+03	1,00E+08	2,60E+02	3,66E+07
	FT	20	6,25E+03	2,42E+03	1,00E+07	2,60E+02	3,66E+06
	CLOR	20	3,29E+02	2,42E+03	2,42E+03	9,00E-01	1,13E+03
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	AC bruta	20	4,24E+00	5,75E+00	1,00E+02	5,00E-01	3,52E+01
	RAC 3	20	4,75E+00	1,21E+03	2,23E+03	0,00E+00	8,78E+02
	FBAS	20	4,67E+00	7,20E+02	1,20E+03	1,00E+00	5,64E+02
	DEC	20	4,28E+00	9,70E+00	1,00E+04	0,00E+00	4,43E+03
	TQE	20	4,18E+00	7,30E+01	1,00E+04	5,00E-01	4,69E+03
	FT	20	3,38E+00	4,10E+00	6,10E+01	0,00E+00	1,48E+01
	CLOR	20	3,88E+00	5,00E-01	1,00E+00	5,00E-01	1,83E-01



Não ocorreu remoção de CT e *E.coli* na ETAC, tornando-se essencial uma etapa de desinfecção ao final do tratamento. Como esperado, a cloração foi eficiente na remoção de CT e *E.coli* (Figura 1). A água de reúso apresentou valores de $3,3 \times 10^2$ NMP/100mL de CT e < 1 NMP/100mL. Valores próximos foram encontrados por Bazzarella (2005) utilizando a mesma tecnologia de tratamento (Tabela 3).

Tabela 3: Características microbiológicas da água de reúso

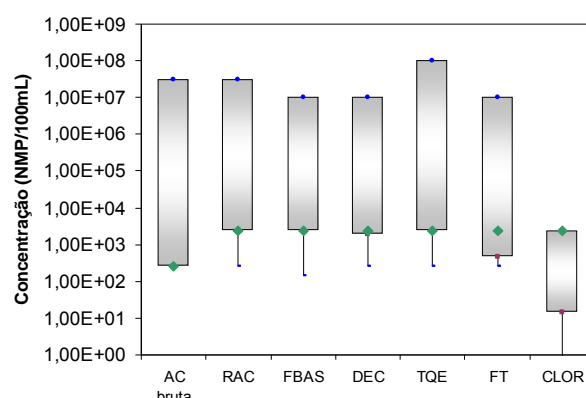
Tratamentos	Parâmetros		Referências
	Coliformes totais	E.coli	
	(NMP/100mL)	(NMP/100mL)	
RAC+FBAS+FT+cloração	$5,4 \times 10^2$	$3,17 \times 10^1$	Bazzarella (2005)
Filtro biológico aerado	$3,0 \times 10^3$	$5,1 \times 10^0$	Birks et al. (2004)
Biorretato de fluxo vertical	0	1×10^{-1}	Gross et al.(2007)
Esta pesquisa	$3,3 \times 10^2$	<1	

Para alguns limites internacionais (EPA, Padrões Canadenses e Australianos) a densidade de CT na água de reúso está acima dos valores estabelecidos. Para outros limites menos rigorosos, como o padrão Alemão e os estabelecidos pela WHO, a densidade de CT na água de reúso é aceita (Figura 1: Remoção de Coliformes totais (A) e *E. coli* (B)).

Entretanto, densidade de *E.coli* na água de reúso é aceita por todos os padrões internacionais citados acima. No Brasil, segundo a norma NBR 13.969/97, que estabelece limites para reúso em descarga de vaso sanitário, a densidade de *E.coli* também se encontra dentro dos padrões estabelecidos (Figura 1 B).

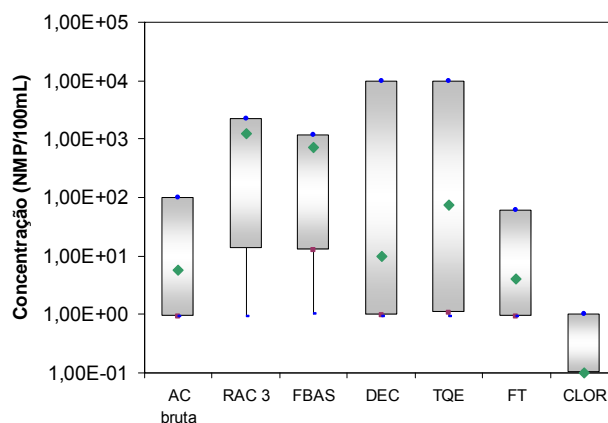
A densidade de CT e *E.coli* na água do selo hídrico com reúso manteve-se igual à água de reúso no tanque de cloração, indicando que não ocorreu recrescimento na bacia sanitária, sendo o mesmo observado por Bazzarella (2005).

A)



Padrão Alemão: <10000 ufc/100mL; WHO: 200-1000 ufc/100mL

B)



Inglaterra/ Flórida/ Arizona: ND; Japão: 10UFC/100mL; NBR 13.969/97: <500 ufc/100mL

Figura 1: Remoção de Coliformes totais (A) e *E. coli* (B)



Simulação de risco microbiológico para rotavírus

De acordo com a relação descrita por Mara *et al.* (2006), a cada 10^5 *E.coli* encontra-se uma faixa de 0,1-1 rotavírus no esgoto. Como na água de reúso a densidade de *E.coli* é inferior a 1NMP/100mL, levando-se em consideração essa relação, estima-se uma concentração média de rotavírus na água de reúso inferior a 1×10^{-6} organismos/100mL.

A análise de risco para rotavírus foi calculada de forma teórica, levando-se em consideração uma faixa média de contaminação da água cinza indicada na literatura de 10^{-8} - 10^2 rotavírus/100mL e uma ingestão de 0,1ml de água de reúso por exposição (10 vezes acima do que o recomendado pela OMS). Na Figura 2 observa-se a probabilidade de risco para rotavírus.

O risco aceitável para rotavírus é de $7,7 \times 10^{-4}$, correspondente a 1 μ DALY (WHO, 2004). Como indicado na Figura 2, a probabilidade máxima de risco para a densidade de rotavírus estimada é de $4,5 \times 10^{-5}$. Isso significa dizer que, de acordo com a metodologia de caracterização de risco aplicada, a água cinza não oferece risco de contaminação.

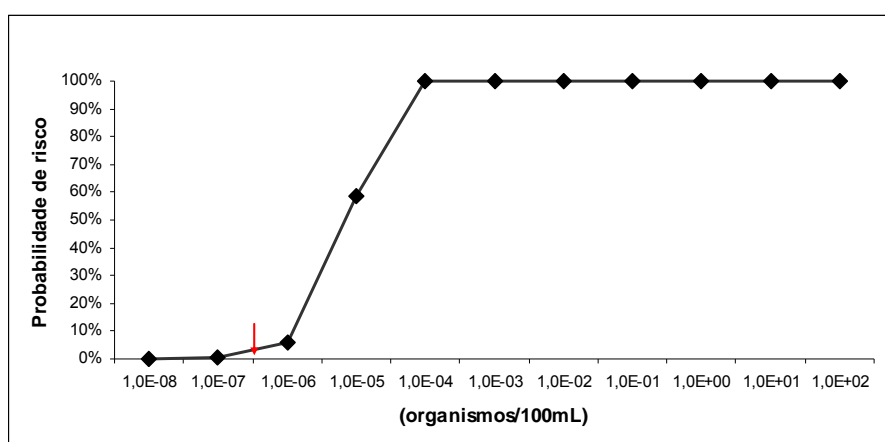


Figura 2: Probabilidade de risco para rotavírus na água de reúso

Segundo Ottoson (2003), o maior risco emana dos rotavírus que é excretado em elevados números em comparação com os outros agentes patogênicos. Nem por isso deixa de ser importante os outros patógenos como: *Salmonella* que tem uma alta dose infecciosa ($ID_{50} = 23600$ (Haas et al. 1996)), *Giardia* cistos e oocistos *Cryptosporidium* que têm baixas doses infecciosas e ovos de helmintos. Porém, no caso desse estudo, os patógenos *Salmonella*, *Giardia*, *Cryptosporidium* e ovos de helmintos não foram detectados durante todas as fases do tratamento incluindo na água de reúso, por isso não apresentam-se como um risco real.

CONCLUSÕES

- A etapa de desinfecção foi de extrema importância na remoção de *E.coli* e CT, enquadrando o efluente tratado para o reúso em termos de concentrações de microrganismos nos padrões internacionais. O cloro removeu também a cor remanescente dos tratamentos anteriores e garantiu a completa desodorização.
- Não foi detectado a presença de *Salmonella* spp., ovos de helmintos, *Cryptosporidium* sp. e *Giardia* spp. no efluente de nenhuma etapa do tratamento.
- De acordo com a relação descrita por Mara *et al.* (2006) a água de reúso no reservatório inferior de cloração apresenta uma concentração média inferior a 1×10^{-6} rotavírus/100mL.
- A probabilidade máxima de risco para a densidade de rotavírus estimada é de $4,5 \times 10^{-5}$. De acordo com a metodologia de caracterização de risco aplicada, a água cinza não oferece risco de contaminação para rotavírus, levando em consideração a ingestão de 0,1ml por exposição.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APPA, AWWA, wef. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington - DC. APHA, 2005.
2. ASHBOLT, N.J. *et al.* Microbial Risk Assessment (MRA) Tool. Gothenburg: Urban Water, 2005
3. BASTOS, RKX; BEVILACQUA, P D. Normas e critérios de qualidade para reúso da água. In: SANTOS, M.L.F.; BASTOS, R.K.X.; AISSE, M.M. Tratamento e utilização de esgotos sanitários. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. cap.2, p.17-61. (PROSAB 4, v.2). Título secundário: Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim.
4. BAZZARELLA, B. B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
5. CETESB/L5.218 Salmonella Isolamento e Identificação - Método de Ensaio. São Paulo, Brasil, 1993.
6. GONÇALVES, R.F. Uso racional da água em edificações. 1.ed. Rio de Janeiro, cap.4, p. 153 – 222. (PROSAB 4, v.5). Título secundário: Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especificamente nas periferias urbanas. ABES, 2006
7. GREGORY, J. D., LUGG, R., SANDERS, B. Revision of the national reclaimed water guidelines. Desalination. v. 106, n. 1-3, p. 263-268, 1996.
8. JORDÃO, E.P; SECKLER, S. Análise Crítica in Uso Racional da Água, capítulo 7, pág. 323. 2006.
9. OTTOSON, J.; STRENSTRÖM, T. A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risk. **Water Research**. v. 37, n. 3, p. 645-655, 2003.
10. VESEY, G.; SLADE, J.S.; BYRNE, M.; SHEPHERD. K; FRICKER, C.R. A new method for the concentration of Cryptosporidium oocysts from water. Journal of Applied Bacteriology, v.75, p.82-86, 1993.
11. ZERBINI, A. M.; CHERNICHARO, C.A Análise da influência de sólidos sedimentáveis na contagem de ovos de helmintos pelo método de Bailenger modificado. In: 21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001, João Pessoa. Anais do 21o. .2001.
12. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 3rd **Drinking Water Guidelines**, 2004
13. PALMATEER, G.; ALDOM, J.; CHAGLA, A.; BOLESZCZUK,P.; BRODSKY, M.; LANGRIDGE, M. UNGER,S. Field investigation for the detection of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts using a membrane filter dissolution method. In: Proceedings 1996 Annual Conference Water Research, vol. C.