

## II-273 - DESEMPENHO DE UM SISTEMA TIPO TANQUE SÉPTICO SEGUIDO DE FILTRO PLANTADO COM MACRÓFITAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

**Maria Elisa Magri<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA). Doutoranda em Engenharia Ambiental PPGEA/UFSC. Bolsista CNPq.

**Ellen Lemos**

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Bolsista CNPq.

**Giliane Klaus**

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Bolsista CNPq.

**Joceli Gorrezen Zaguini Francisco**

Formada em ciências contábeis pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALE). Técnica Ambiental pelo Centro Educacional Professor Padre Quirino (POSITEC). Bolsista DTI-III – CNPq – UFSC.

**Luiz Sérgio Philippi**

Engenheiro Civil pela UFSC. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento Ambiental pela Université de Montpellier I (França). Coordenador do GESAD. Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Universitário, Trindade - UFSC. Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental – Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado – GESAD. Florianópolis – SC. CEP: 88040-970 Brasil - Tel: + 55 (48) 3721.7696 e-mail: mariamagri@ens.ufsc.br

### RESUMO

Duas linhas de tratamento podem ser destacadas no tratamento de águas cinzas, a primeira mais tecnológica e a segunda de sistemas naturais, ou seja, sem o aporte energético externo. Esta última linha vem sendo estudada e os sistemas relacionados apresentam elevado potencial para produção de efluentes com qualidade satisfatória para o reúso não potável. Neste trabalho foi avaliado o desempenho de um sistema combinado (anaeróbio/aeróbio) composto por um tanque séptico (TS) seguido de filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal (FPMH) sub-superficial para o tratamento de águas cinzas, visando o reúso para fins não potáveis do efluente final. Para a realização da pesquisa foi realizado um estudo piloto em uma residência com cinco moradores, caracterizada como uma propriedade rural de base familiar localizada no município de Palhoça, Santa Catarina. Nesta propriedade foi implantado o sistema de tratamento de águas cinzas estudado. As águas cinzas (compostas neste caso pelos efluentes do tanque e máquina de lavar roupas), eram tratadas e reutilizadas no vaso sanitário e em pequenas irrigações, sendo o excedente infiltrado no solo. O TS foi dimensionado de acordo com a norma técnica NBR7229/1993 e o FPMH foi dimensionado simulando um fluxo pistão e cinética de primeira ordem. As macrófitas utilizadas foram da espécie *Cyperus papyrus*. Para avaliar o potencial do sistema implantado no tratamento das águas cinzas e na produção de um efluente com potencial de reúso foi realizado o monitoramento do mesmo ao longo de 12 meses, deste o *start up* do sistema. Pela avaliação dos dados coletados com o monitoramento pode-se inferir que as tecnologias estudadas apresentam elevado potencial para o tratamento das águas cinzas, produzindo um efluente com qualidade compatível com os usos propostos. Destaca-se a vantagem da ausência de custos operacionais e energia neste tipo de sistema, e a necessidade da utilização de um tratamento primário anterior ao filtro plantado com macrófitas na linha de tratamento. Observa-se que o reúso de águas cinzas em escala residencial pode ser realizado de forma mais segura, levando-se em consideração o menor risco de contaminação destas águas, quando comparado à utilização em sistemas coletivos. O reúso proposto neste trabalho e a água cinza produzida possuíram elevada qualidade, adequando-se às necessidades de uma pequena propriedade rural de base familiar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tanque Séptico, Filtros Plantados com Macrófitas, Águas Cinzas, Reúso.

## INTRODUÇÃO

As águas cinzas apresentam elevado potencial de reúso para demandas de água não potáveis frente à preocupação atual acerca das questões da escassez e poluição dos recursos hídricos.

As águas cinzas apresentam o maior potencial de reúso de água em unidades residenciais, sendo que a sua reutilização contribui para a preservação da qualidade da água nos sistemas públicos, bem como reduz o gasto financeiro com água nas residências e evita a disseminação de poluentes. Dentre as possibilidades de reúso de água em uma residência, Li et al. (2010) apontam uma outra vantagem para as águas cinzas, pois apesar de estas conterem mais poluentes do que a água de chuva por exemplo, elas são produzidas continuamente, o que favorece a logística do reúso residencial.

As características das águas cinzas produzidas em escala residencial variam em função dos usos geradores e da cultura das pessoas residentes. Neste sentido, a grande variabilidade qualitativa das águas cinzas se traduz em um leque de possibilidades de sistemas de tratamento aptos a serem utilizados. A escolha do sistema ideal deve ser balizada pelos efluentes que irão compor as águas cinzas utilizadas e pela qualidade necessária da água de reúso, fato relacionado diretamente com os usos propostos.

Li, Wichmann e Otterpohl (2009) elencaram os processos aplicáveis para o tratamento das águas cinzas. Com relação aos processos físicos, os autores apontam que sua aplicação de forma isolada não garante um efluente de qualidade adequada para o reúso. Estes tratamentos incluem: filtros com areia grossa, filtração no solo, filtração com membrana, dentre outros. Com relação aos processos químicos, poucos estudos utilizam esta técnica para o tratamento das águas cinzas. Entre os processos utilizados incluem-se a coagulação e oxidação fotocatalítica. Os processos biológicos são os mais utilizados, destacando-se: reator biológico de contato, reator de batelada sequencial, reator anaeróbio com manta de lodo, filtros plantados com macrófitas (*constructed wetlands*), e reator a membrana.

Duas linhas de tratamento podem ser destacadas dentro das elencadas pelos autores, a primeira mais tecnológica e a segunda de sistemas naturais, ou seja, sem o aporte energético externo. Esta última linha vem sendo estudada e os sistemas relacionados apresentam elevado potencial para produção de efluentes com qualidade satisfatória.

Dentro destas perspectivas foi avaliado o desempenho de um sistema combinado (anaeróbio/aeróbio) composto por um tanque séptico seguido de filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal para o tratamento de águas cinzas, visando o reúso para fins não potáveis do efluente final.

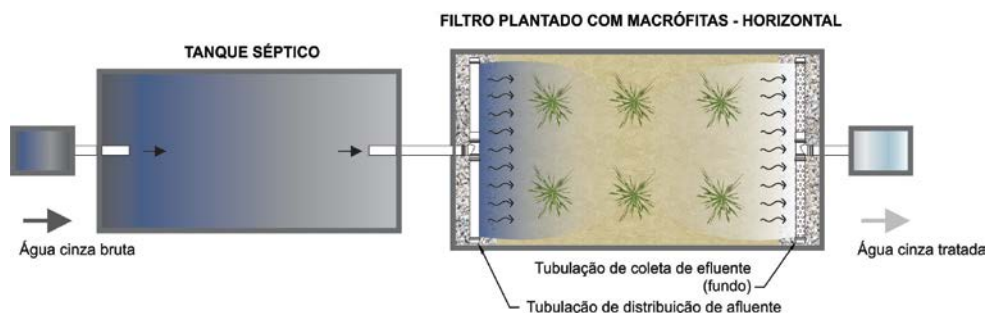
## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa foi realizado um estudo piloto em uma residência com cinco moradores, caracterizada como uma propriedade rural de base familiar localizada no município de Palhoça, estado de Santa Catarina. Nesta propriedade foi implantado o sistema de tratamento de águas cinzas estudado.

### Unidade experimental – sistema de tratamento implantado

Com base na geração de efluentes e no uso da água na residência foram realizadas as seguintes intervenções. A instalação hidrosanitária foi adaptada de modo que os esgotos produzidos fossem segregados em águas cinzas e águas negras. As águas cinzas (compostas neste caso pelos efluentes do tanque e máquina de lavar roupas), eram tratadas e reutilizadas no vaso sanitário e em pequenas irrigações, sendo o excedente infiltrado no solo.

O sistema de tratamento de águas cinzas implantado foi composto por um tanque séptico seguido por um filtro plantado com macrófitas de fluxo horizontal e escoamento sub-superficial (Figura 01).



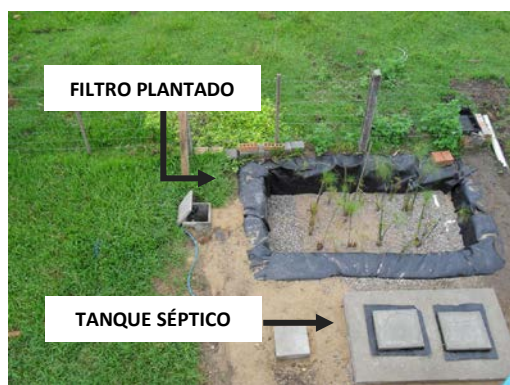
**Figura 01: Representação do sistema de tratamento de águas cinzas instalado na propriedade.**

O tanque séptico foi dimensionado de acordo com a norma técnica NBR7229/1993 e o filtro plantado foi dimensionado simulando um fluxo pistão e cinética de primeira ordem. A Tabela 01 apresenta os principais parâmetros de projeto do sistema.

**Tabela 01: Principais parâmetros de projeto e características do sistema implantado.**

Parâmetro	Tanque séptico	Filtro plantado
Vazão	450 L.d <sup>-1</sup>	450 L.d <sup>-1</sup>
Volume útil	1,70 m <sup>3</sup>	-
Taxa de aplicação na seção transversal	-	320 L.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup>
Dimensões (l:c:h)	0,75:1,5:1,5 m	2:4:1 m
Área superficial	1,13 m <sup>2</sup>	8m <sup>2</sup>
Material filtrante	-	Areia grossa
Altura do meio filtrante	-	0,70 m

A areia utilizada como material filtrante no filtro plantado foi previamente analisada, e as características obtidas a partir de ensaio granulométrico foram: diâmetro efetivo (d<sub>10</sub>) = 0,4mm; diâmetro efetivo (d<sub>60</sub>) = 1,2mm; e coeficiente de uniformidade (U) = 3u. As macrófitas utilizadas foram da espécie *Cyperus papyrus*. As Figuras 02 e 03 apresentam o sistema implantado.



**Figura 02: Sistema de tratamento de águas cinzas instalado na propriedade – 1 semana de operação.**



**Figura 03: Filtro plantado com macrófitas (10 meses de operação) e a moradora da propriedade.**

### Monitoramento do sistema

Para avaliar o potencial do sistema implantado no tratamento das águas cinzas e a produção de um efluente com potencial de reúso foi realizado o monitoramento do mesmo ao longo de 12 meses, deste o *start up* do sistema. Os pontos amostrados para realização das análises físico-químicas e de indicadores microbiológicos foram: água cinza bruta (ACB); saída do tanque séptico (STS) e saída do filtro plantado com macrófitas (SFP).

As metodologias utilizadas, bem como os parâmetros físico-químicos e de indicadores microbiológicos analisados, são apresentadas na Tabela 02.

**Tabela 02: Parâmetros analisados e respectivos procedimentos metodológicos.**

Parâmetro	Metodologia analítica
Potencial hidrogeniônico	Método eletrométrico - Standard Methods 4500-H <sup>+</sup> (APHA, 1998). Leitura em pHmetro digital, modelo B474 - MICRONAL <sup>®</sup>
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Titulação potenciométrica com solução de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,02N – Standard Methods 2320B (APHA, 1998)
Sólidos em suspensão (mg.L <sup>-1</sup> )	Método gravimétrico - filtragem em membrana de fibra de vidro e secagem a 105°C - Standard Methods 2130B (APHA, 1998)
DQO total (mg.L <sup>-1</sup> )	Digestão em refluxo fechado - método colorimétrico – Standard Methods 5220D (APHA, 1998). Leitura em espectrofotômetro HACH <sup>®</sup>
Nitrogênio amoniacal (mg.L <sup>-1</sup> )	Método colorimétrico de Nessler (VOGEL, 1981). Leitura em espectrofotômetro HACH <sup>®</sup>
Nitrogênio nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	Método colorimétrico com brucina - Standard Methods (APHA, 1972). Leitura em espectrofotômetro HACH <sup>®</sup>
Fósforo ortofosfato (mg.L <sup>-1</sup> )	Método do ácido Vanadomolybdato (APHA, 1998). Leitura em espectrofotômetro HACH <sup>®</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100mL <sup>-1</sup> )	Substrato cromogênico. Colilert <sup>®</sup>

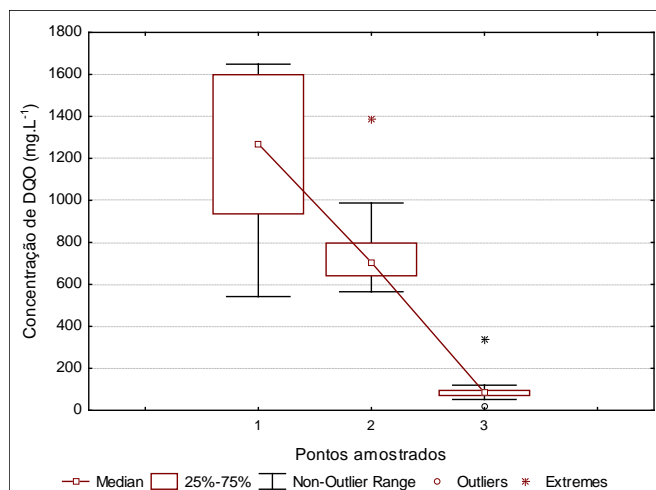
## RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados são referentes ao período de monitoramento de abril de 2010 a abril de 2011. A Tabela 03 apresenta os dados médios e desvio padrão para os principais parâmetros avaliados nos pontos amostrados.

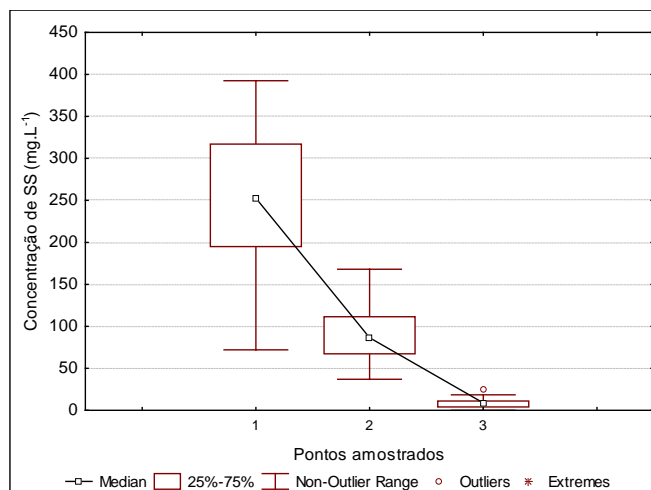
**Tabela 03: Dados médios e desvio padrão dos principais parâmetros avaliados nos pontos amostrados do sistema de tratamento de águas cinzas (nº de amostragens = 20).**

Parâmetro	Dados	Água Cinza Bruta	Saída do Tanque Séptico	Saída do Filtro Plantado
pH	Média	8,24	7,20	7,18
	D.P.	0,96	0,31	0,34
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	185,5	353,9	299,4
	D.P.	73,1	47,8	86,3
Sólidos suspensos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	252,4	91,0	8,8
	D.P.	87,1	35,2	6,1
DQO total (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	1227,9	753,1	97,3
	D.P.	380,5	193,1	65,3
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	6,7	13,6	3,4
	D.P.	3,7	6,5	1,2
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	0,9	0,5	0,1
	D.P.	1,1	0,6	0,1
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	90,6	50,4	3,8
	D.P.	34,4	24,9	3,4
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100mL <sup>-1</sup> )	Média	1,5E02	5,0E01	7,0E01
	D.P.	2,6E02	2,5E01	1,1E02

As Figuras 04 e 05 apresentam respectivamente gráficos *Box plot* das concentrações de DQO e SS nos pontos amostrados (ACB – água cinza bruta; STS – saída do tanque séptico; SFP – saída do filtro plantado), distribuídos entre mediana, quartis superior e inferior, concentrações dentro do desvio padrão, dados discrepantes e extremos.



**Figura 04:** Gráfico *Box plot* das concentrações de DQO nos pontos amostrados durante os 12 meses de monitoramento (1-ACB; 2-STs; 3-SFP).



**Figura 05:** Gráfico *Box plot* das concentrações de SS nos pontos amostrados durante os 12 meses de monitoramento (1-ACB; 2-STs; 3-SFP).

Observa-se pelos dados da Tabela 03 e Figuras 04 e 05 elevadas concentrações de matéria orgânica na água cinza bruta, representadas pela DQO e sólidos suspensos, quando comparadas às concentrações médias encontradas em esgotos domésticos convencionais. No entanto, o sistema de tratamento estudado obteve um desempenho satisfatório em termos de remoção de DQO (39% no tanque séptico e 87% no filtro plantado) e de SS (64% no tanque séptico e 90% no filtro plantado).

Analisando-se o sistema de forma global, pode-se verificar a importância do tratamento primário (tanque séptico) para manutenção das condições biológicas e de fluxo hidráulico no filtro plantado com macrófitas. A remoção média de 64% da carga de sólidos suspensos permitiu o bom funcionamento do filtro. Os sólidos suspensos são um fator limitante no fluxo hidráulico do filtro plantado.

Outros trabalhos avaliaram o tratamento de águas cinzas sem o uso combinado de uma unidade de tratamento primário. Paulo et al. (2007) conduziram um experimento com águas cinzas provenientes da cozinha e lavanderia, com o seu tratamento em um filtro plantado com *Papyrus* de fluxo horizontal sub-superficial. Os autores relatam grandes oscilações na eficiência do filtro na remoção de carga orgânica, variando de acordo com oscilações de carga afluente. Em decorrência destas oscilações foram observados indícios de colmatação no filtro com aproximadamente 5 meses de operação.

No experimento avaliado nesta pesquisa foi obtido um grande desvio padrão na concentração de carga orgânica na água cinza bruta no sistema, mas estas variações foram “absorvidas” no sistema de tratamento primário, neste caso o tanque séptico, o que permitiu a geração de um afluente com concentrações mais constantes na entrada do filtro plantado. Este processo pode ser claramente observado nas Figuras 04 e 05.

A adoção de unidades anaeróbias como é o caso do tanque séptico pode trazer a geração de maus odores em função de processos bioquímicos como a redução de sulfatos ou o processo incompleto de digestão anaeróbia, o que foi observado na unidade estudada. No entanto, a simples ação de manter o tanque com as inspeções fechadas (não seladas) já foi o suficiente para evitar a proliferação dos maus odores.

A biodegradabilidade anaeróbia (com a formação de metano) das águas cinzas é questionável, apesar de sua relação C:N:P ser mais favorável à esta degradação quanto comparada à degradação aeróbia. Leal et al. 2011, apontam como fatores limitantes para a degradação anaeróbia das águas cinzas a elevada concentração de surfactantes aniônicos ( $> 40 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e a lenta taxa de hidrólise ( $0,02 \pm 0,01 \text{ dia}^{-1}$ ), apesar de terem verificado um potencial de biodegradabilidade anaeróbia de DQO de 70% em suas pesquisas. Os autores recomendam a utilização do processo anaeróbio após o conhecimento dos fatores limitantes na água cinza a ser tratada, tendo em vista que as características das mesmas podem ser muito variáveis.

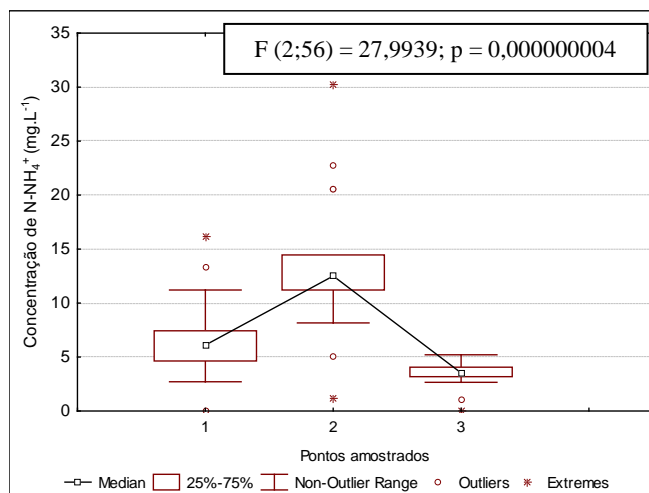
A DQO removida no tanque séptico avaliado na pesquisa foi muito provavelmente referente à fração suspensa, e não à fração dissolvida, ressaltando-se que o processo de digestão anaeróbia no mesmo não encontra-se



estabilizado, tendo em vista os fatores limitantes apontados por Leal et al., 2011, juntamente com o pequeno período de operação do sistema (1 ano, considerado pequeno neste caso, em tratando-se de um efluente com baixa taxa de digestão anaeróbia).

No entanto, reitera-se que a remoção somente da fração suspensa da DQO foi eficiente para manutenção das condições do filtro plantado. Observa-se que outras unidades de tratamento primário podem ser utilizadas também com esta função, como filtros de pedra, por exemplo.

A Figura 06 apresenta um gráfico *Box plot* das concentrações de nitrogênio amoniacal avaliadas nos pontos amostrados, distribuídas entre mediana, quartis superior e inferior, concentrações dentro do desvio padrão, e dados discrepantes e extremos.



**Figura 06: Gráfico *Box plot* das concentrações de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nos pontos amostrados durante os 12 meses de monitoramento (1-ACB; 2-ST5; 3-SFP).**

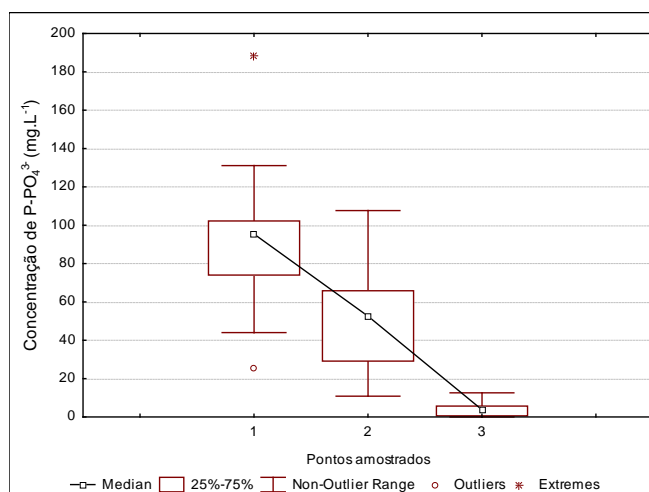
As concentrações de nitrogênio na água cinza bruta avaliada foram baixas quando comparadas àquelas do esgoto doméstico convencional, o que já foi relatado em diversos outros estudos, justificado pelo fato de que a maior concentração de nitrogênio no esgoto doméstico encontra-se na urina.

Foi realizada análise estatística de variância (ANOVA – one way) e teste de separação de médias entre os dados de concentração de nitrogênio amoniacal nos três pontos amostrados. A análise de variância confirmou que não existe diferença estatística entre os dados, e o teste de separação de médias apontou que as concentrações podem ser consideradas iguais na água cinza bruta e na saída do filtro plantado, no entanto, a hipótese da elevação da concentração de nitrogênio amoniacal na saída do tanque séptico pode ser considerada verdadeira.

Avaliando-se os dados coletados com base nas análises estatísticas, pode-se aferir que as concentrações de nitrogênio amoniacal mais elevadas na saída do tanque séptico ocorreram principalmente em função dos processos de hidrólise no próprio tanque, onde a amônia não ionizada presente na água cinza fresca é hidrolisada, formando o nitrogênio amoniacal na forma de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, mensurado analiticamente.

Considerando que o afluente ao filtro plantado possuía concentrações mais elevadas em termos de nitrogênio amoniacal (média de 13,6 mg.L<sup>-1</sup>), o mesmo obteve uma eficiência de remoção de amônia de 75%, produzindo um efluente com 3,4 mg.L<sup>-1</sup>, em média, concentração esta que pode ser considerada a mesma da água cinza bruta (para amônia ionizada). Em função do tipo de fluxo (horizontal), do curto tempo de operação do filtro, da não formação de nitratos e da estabilidade do pH e alcalinidade no efluente do mesmo, a remoção de amônia no sistema pode ser atribuída principalmente à adsorção no meio filtrante e à incorporação à biomassa celular, e não ao processo de nitrificação. Ressalta-se que para a comprovação desta hipótese seria necessária a análise molecular e avaliação das espécies de bactérias predominantes no sistema.

A Figura 07 apresenta um gráfico *Box plot* das concentrações de fósforo ortofosfato avaliadas nos pontos amostrados, distribuídas entre mediana, quartis superior e inferior, concentrações dentro do desvio padrão, dados discrepantes e extremos.

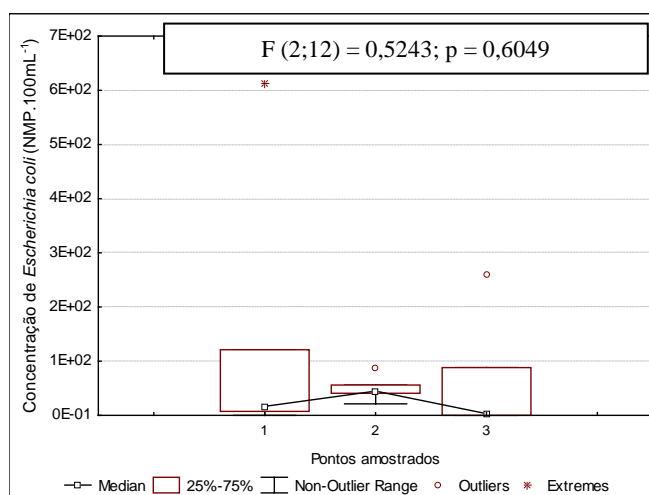


**Figura 07: Gráfico Box plot das concentrações de P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> nos pontos amostrados durante os 12 meses de monitoramento (1-ACB; 2-ST5; 3-SFP).**

Com relação à concentração de fósforo ortofosfato pode-se observar concentrações elevadas na água cinza bruta e saída do tanque séptico (Tabela 02 e Figura 07). Estas concentrações estão relacionadas à composição das águas cinzas, provenientes do tanque e máquina de lavar roupas. Estes pontos geradores são apontados como a maior fonte de nutrientes nas águas cinzas em função dos produtos de higiene e limpeza utilizados (MAGRI et al., 2008).

A remoção do fósforo ortofosfato pelo filtro plantado pode ser destacada no sistema estudado. Esta excelente remoção (92%) é função do tempo de operação do filtro, pois seu material filtrante ainda apresenta uma ótima capacidade adsorativa.

A Figura 08 apresenta um gráfico Box plot das concentrações de *Escherichia coli* avaliadas nos pontos amostrados, distribuídas entre mediana, quartis superior e inferior, concentrações dentro do desvio padrão, e dados discrepantes e extremos.



**Figura 08: Gráfico Box plot das concentrações de *Escherichia coli* nos pontos amostrados durante os 12 meses de monitoramento (1-ACB; 2-ST5; 3-SFP).**

As concentrações de *E. coli* encontradas na água cinza bruta foram muito baixas, quando comparadas às concentrações do esgoto doméstico convencional, o que é esperado, tendo em vista que as águas cinzas não possuem contaminação fecal direta.

Alguns autores encontraram concentrações mais elevadas, como Ronen et al. (2010) com  $3 \times 10^5$  ufc.100mL<sup>-1</sup>, e Birks e Hills (2007) com  $3,9 \times 10^5$  ufc.100mL<sup>-1</sup>. No entanto, isto é diretamente dependente da composição das

águas cinzas e da cultura da população geradora do efluente. Normalmente as águas cinzas compostas também pelas águas do chuveiro e lavatório possuem as maiores concentrações de patógenos e indicadores de contaminação fecal (MAGRI et al., 2008).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, 2006 a água cinza efluente ao filtro plantado possui concentrações baixas de *E. coli* o suficiente para ser reutilizada na irrigação restrita (padrão  $<10^5$  ufc.100mL<sup>-1</sup>) e irrigação irrestrita (padrão  $<10^3$  ufc.100mL<sup>-1</sup>), sem a necessidade de adoção de um sistema de desinfecção.

Os outros parâmetros avaliados no efluente final (como DQO e SS) também corroboram para a utilização em usos não potáveis, como a descarga de vaso sanitário.

Na residência o efluente produzido está sendo reutilizado para os fins citados acima, sendo que a irrigação realizada é em pequenas culturas e plantas ornamentais, e alternada com a irrigação com água da chuva, também reutilizada na residência.

Pinto et al. (2010) avaliaram os efeitos causados no solo e plantas em função do uso de água cinza na irrigação. Os autores observaram a elevação do pH e condutividade no solo, e nenhum efeito nas plantas. Os mesmos recomendam então, a utilização alternada de águas naturais ou água potável com a água cinza, no caso de culturas com irrigações regulares.

## CONCLUSÕES

Pela avaliação dos dados coletados com o monitoramento do sistema pode-se inferir que as tecnologias estudadas apresentam elevado potencial para o tratamento das águas cinzas, produzindo um efluente com qualidade compatível com os usos propostos. Destaca-se a vantagem da ausência de custos operacionais e energia neste tipo de sistema, e a necessidade da utilização de um tratamento primário anterior ao filtro plantado com macrófitas na linha de tratamento.

Observa-se que o reúso de águas cinzas em escala residencial pode ser realizado de forma mais segura, levando-se em consideração o menor risco de contaminação destas águas, quando comparado à utilização em sistemas coletivos. O reúso proposto neste trabalho e a água cinza produzida possuíram elevada qualidade, adequando-se às necessidades de uma pequena propriedade rural de base familiar.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelas bolsas de pesquisa e financiamento do projeto (Fundos Setoriais CT-AGRO e CT-HIDRO), e à Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, pela parceria estabelecida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação: NBR 13.969. Rio de Janeiro, 1997. 60p
2. APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19. ed. Washington: APHA, 1998.
3. BIRKS, R.; HILLS, S. Characterisation of Indicator Organisms and Pathogens in Domestic Greywater for Recycling. Environment Monitoring Assessment, v. 129, 2007. p. 61–69.
4. LEAL, L.H.; TEMMINK, H.; ZEEMAN, G.; BUISMAN, C.J.N. Characterization and anaerobic biodegradability of grey water. Desalination, v. 270, 2011. p. 111-115.
5. LI, Z.; BOYLE, F.; REYNOLDS, A. Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. Desalination, v. 260, 2010, p. 1–8.
6. LI, F.; WICHMANN, K.; OTTERPOHL, R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. Science of Total Environment. v. 407, 2009, p.3439-3449.



7. MAGRI, M.E.; SUNTTI, C.; SERGIO, D.Z.; JOUSSEF, K.L.; PHILIPPI, L.S. Caracterização quali-quantitativa das águas cinzas nos seus diferentes pontos geradores em uma residência unifamiliar, e alternativas de reúso. In: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife. 2008. 10p.
8. PAULO, P.L.; BRAGA, A.F.M.; MAXIMOVITCH, A.C.; BONCZ, M.A. Tratamento de águas cinzas em uma unidade residencial de banheiros construídos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABES, 2007. 6 p.
9. PINTO, U.; MAHESHWARI, B.L.; GREWAL, H.S. Effects of greywater irrigation on plant growth, water use and soil properties. Resources, Conservation and Recycling, v. 54, 2010. p. 429-435.
10. RONEN, Z.; GUERRERO, A.; GROSS, A. Greywater disinfection with the environmentally friendly Hydrogen Peroxide Plus (HPP). Chemosphere, v. 78, 2010. p. 61-65.
11. WHO – World Health Organization. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. v. 4 Excreta and greywater use in agriculture. France. 2006.