

## II-601 - SANEAMENTO PARA TODOS – ESGOTO TRATADO, REUSO IRRIGAÇÃO, FILTRAÇÃO-DESINFECÇÃO E SISTEMA DE COMPOSTAGEM – É POSSÍVEL?

**Ana Beatris Souza de Deus Brusa<sup>(1)</sup>**

Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS). Professora Adjunta IV (UFSM/CT).

**Bibiane Nardes Segala**

Aluna de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria.

**Luis Gustavo Marchioro**

Aluno de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria.

**Melissa Rocha Ragagnin**

Aluna de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Avenida Roraima – Camobi – Santa Maria – RS – CEP: 97105-340 – Tel: (55) 32209667 – E-mail: absdeus@gmail.com

### RESUMO

O crescimento populacional, e a consequente urbanização desordenada é a causa direta da degradação do meio ambiente, destacadamente, dos cursos d'água devido ao lançamento de esgotos sanitários e/ou efluentes industriais sem o tratamento necessário, ou pela disposição inadequada dos resíduos sólidos, desencadeando a perda da salubridade ambiental e, desta forma há um incremento nos custos do tratamento da água para torná-la potável.

Os municípios de pequeno porte, bem como, comunidades afastadas de grandes centros sofrem com a questão de custos para implantação, operação e manutenção de sistemas de saneamento. Com base nisso, faz-se necessário buscar alternativas para o tratamento dos resíduos líquidos e sólidos destas comunidades, visando à redução dos custos envolvidos e a remoção satisfatória de poluentes.

Este artigo apresenta alternativas para tratamento de esgotos domésticos integrados com a reutilização de resíduos sólidos, além da compostagem de resíduos orgânicos, desinfecção por UV solar dos efluentes tratados através de Banhados Construídos, e o reuso destes efluentes para a irrigação de hortaliças. Todo o tratamento dos resíduos líquidos e sólidos foi desenvolvido utilizando materiais de descarte.

Os estudos realizados na unidade experimental teve uma estimativa de custos de R\$ 66,00 por habitante para o sistema em uma residência de baixo padrão com 5 habitantes, além de uma eficiência entre 70 e 95% na remoção de DBO e de 50 a 58% na remoção de sólidos (totais, fixos e voláteis), mostrando-se um alternativa viável no ponto de vista econômico e ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, Tratamento, Reuso, Baixo Custo.

### INTRODUÇÃO

O lançamento de esgotos sanitários “in natura” ou pré-tratados e resíduos sólidos dispostos nos cursos d'água ou no solo estão diretamente relacionados com a deterioração das fontes para o abastecimento público e, consequentemente, há um incremento nos custos da potabilização da água, ou seja, a falta de um dos componentes do saneamento básico tem implicação direta no outro, formando um ciclo vicioso, o qual deve ser rompido, pois é um direito de todos os cidadãos brasileiros o acesso ao saneamento básico e estes devem ser realizados com segurança, qualidade e regularidade, conforme preconizado na Lei Federal no. 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento Básico.

A demanda por soluções para atender a população com saneamento básico – água de boa qualidade, coleta, tratamento e disposição final adequada dos resíduos líquidos e sólidos – em regiões afastadas da zona urbana, de comunidades isoladas ou até mesmo em municípios de pequeno porte, esbarra muitas vezes com o custo das alternativas propostas, seja na construção do sistema, sua operação e manutenção ou na dificuldade da

implantação destas. No entanto, a falta de saneamento básico tem consequência direta sobre a saúde e qualidade de vida das pessoas, bem como um impacto direto sobre o meio ambiente.

Conforme dados do PNAD 2013 (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), em 2013, o número de domicílios atendidos pela rede geral de abastecimento de água foi de 85,3% (55,6 milhões) das unidades domiciliares brasileiras, a coleta de esgoto sanitário atingiu 41,9 milhões de unidades atendidas (64,3% do total), na coleta de resíduos sólidos o total de domicílios atendidos chegou a 89,8% (58,4 milhões). Mas ainda faltam ser atendidos: com abastecimento de água 9,6 milhões de domicílios, com coleta de esgotos 65,16 milhões de domicílios e com coleta de resíduos sólidos cerca de 65 milhões de domicílios. Logo, há muito ainda a ser feito, pois não está contabilizado o tratamento e a disposição final com os resíduos líquidos e sólidos. Segundo dados do SNIS de 2012, somente 38,7% dos esgotos sanitários são tratados. De acordo com as informações levantadas em 2014 pelo MMA junto as Unidades da Federação, 2,2 mil municípios dispõem seus resíduos sólidos urbanos coletados em aterros sanitários, individuais ou compartilhados por mais de um município.

Com base no exposto anteriormente, pode-se inferir a necessidade da busca de alternativas para o tratamento dos resíduos líquidos e sólidos de forma a reduzir os custos envolvidos, mas que proporcionam a eficiência necessária na remoção dos poluentes. A proposta deste artigo é apresentar os resultados parciais do projeto Saneamento para Todos, Como? Alternativas de Baixo Custo e Sustentáveis, o qual propõe tratamento dos resíduos líquidos e sólidos, a filtração e desinfecção dos efluentes. Neste projeto estão sendo estudadas alternativas sustentáveis e de baixo custo procurando resgatar a qualidade ambiental e de vida do ser humano e o uso racional dos recursos naturais, baseados nos princípios e conceitos da sustentabilidade.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

### **Unidade Experimental**

A Unidade Experimental de Tratamento de Resíduos (UETR) é constituída pelos sistemas de tratamento dos esgotos sanitários, reuso, sistema de compostagem e a filtração-desinfecção dos efluentes tratados. Na figura 1 é possível verificar o sistema implantado no “Puxadinho”. O “Puxadinho” é uma estrutura cercada de tela sombreada 75% e coberto por telhas, localizado nos fundos do Laboratório de Hidráulica no Centro de Tecnologia da UFSM.

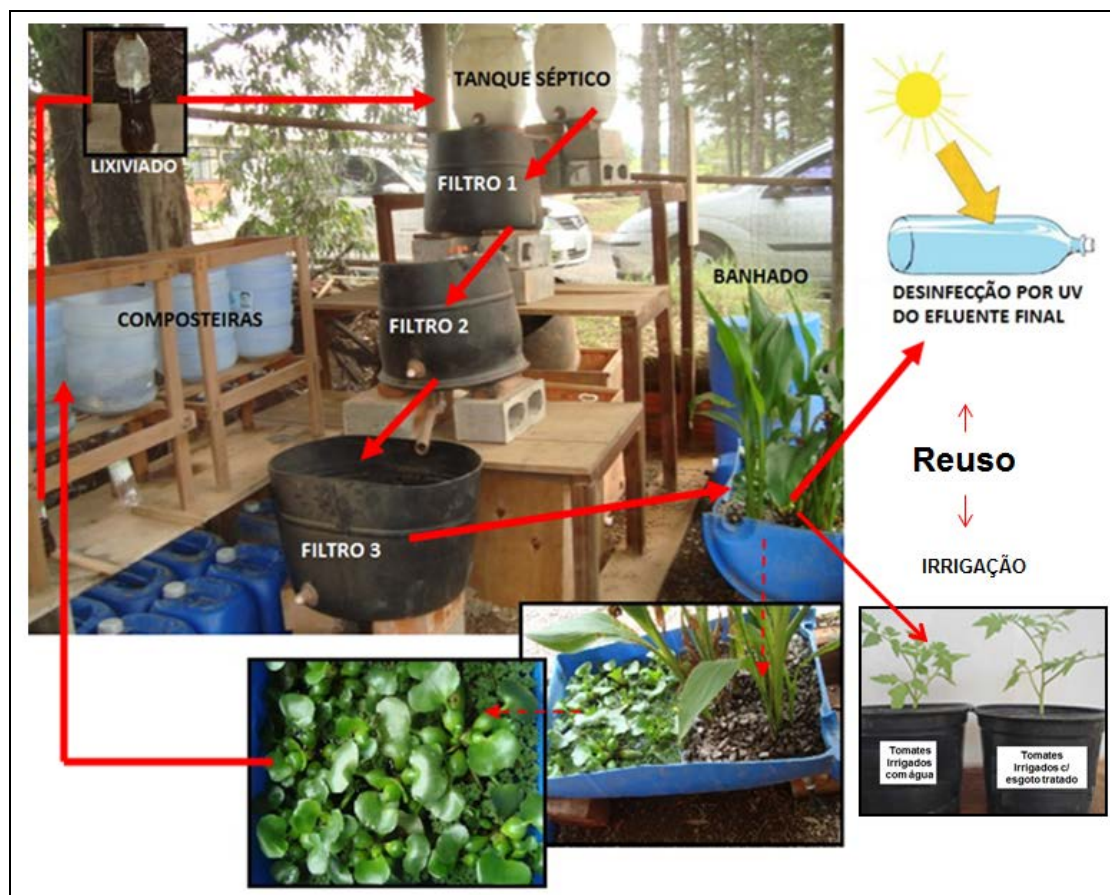


Figura 1: Unidade Experimental de Tratamento de Resíduo (UETR).

## Descrição das Etapas de Tratamento

### a) Sistema de Tratamento de Esgotos:

O sistema de tratamento de esgotos é formado pelas unidades: Tanque Anaeróbio, Filtro Biológico Aeróbio com dois meios suportes, Filtros Biológico Aeróbio com três meios suportes mais macrofitas, Banhado Construído, Reuso para irrigação de tomates e Desinfecção dos Efluentes Tratados. O esgoto sanitário utilizado para operar a UETR foi coletado diretamente da tubulação que lança os esgotos sanitários da Casa dos Estudantes/UFSM e do Restaurante Universitário no arroio da gráfica, na UFSM. Em cada batelada são utilizados cerca de 120 litros de esgoto bruto.

Na unidade tanque anaeróbio, ocorrem os processos de sedimentação, flotação e digestão. As partículas minerais sólidas sedimentam no fundo do tanque dando origem ao lodo. Na filtração biológica o afluente é lançado (aspergido) sobre o leito suporte, ocorrendo à percolação deste através da camada de microorganismos aderidos ao leito, cuja função é dar suporte ao desenvolvimento destes. Como no projeto buscamos alternativas de baixo custo e também uma opção para a reutilização dos resíduos sólidos, o meio suporte utilizado nos filtros é composto por garrafas pet, tampas de garrafas e espuma de polietileno. No caso do Banhado Construído ocorre a filtragem através da camada de brita e um biofiltro constituído pelas raízes das macrofitas. No Filtro Biológico 3 e no Banhado Construído, são utilizadas as macrofitas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e a *Salvinia molesta* (salvinia). No Banhado Construído também há as macrofitas *Zantedeschia aethiopica* (copo de leite) e a *Canna indica Lily* (palma da água). Estas plantas além de atuarem no tratamento do esgoto contribuem com a estética do processo, mostrando que o tratamento poderá ser integrado ao ambiente residencial, pois não há odores e o banhado apresenta um visual agradável.

Na tabela 1 estão apresentadas às unidades de tratamento, a composição dos meios suporte, a altura de cada camada e o Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) destas unidades.

Tabela 1: Características do sistema de esgotamento sanitário.

Unidade	Volume Afluente (l)	Meio Suporte	Altura (m)	TDH (Horas)
Tanque Anaeróbio	120	-	-	48 (2 dias)
Filtro Biológico 1	120	Brita n° 1	0,05	120 (5 dias)
		Brita n° 0	0,10	
Filtro Biológico 2	120	Brita n° 0	0,05	96 (4 dias)
		Tampas de Pet + Espuma de Polietileno	0,05	
		Brita n° 1	0,05	
Filtro Biológico 3	120	Brita n° 0	0,05	96 (4 dias)
		Tiras de Pets	0,05	
		Brita n° 1	0,05	
		Macrófitas: <i>Eichhornia crassipes</i> e a <i>Salvinia molesta</i>		
Banhado Construído	120	Macrófitas: <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Salvinia molesta</i> , <i>Zantedeschia aethiopica</i> e a <i>Canna indica</i> Lily	-	120 (5 dias)

**b) Reuso de Efluentes Tratados – Irrigação:**

Os efluentes tratados serão reutilizados para a irrigação de tomates. Em primeiro momento será observada a sobrevivência das mudas irrigadas e, posteriormente, a análise do fruto.

**c) Reuso de Efluentes Tratados – Filtração e Desinfecção:**

Após a passagem dos efluentes pré-tratados pelo Banhado Construído – parte do volume, 18 litros – serão destinados ao filtro de areia (granulometria entre 0,25 e 0,35 mm) e após, colocados em garrafas pet transparentes (nove unidades) e essas expostas aos raios ultravioleta do sol. Este método de desinfecção é conhecido como SODIS (SOLAR Water DISinfection), os custos envolvidos nesta etapa também são baixos.

**d) Sistema de Compostagem:**

A matéria orgânica dos resíduos sólidos (restos de frutas e verduras) oriundos de lancherias do Campus da UFSM junto com o lodo do tanque anaeróbio e o excesso de macrofitas (aguapé e salvinia) devido à proliferação ou “mortas” no Banhado Construído serão depositadas em composteiras construídas com garrafão de água de 20 litros e garrafa pet 500 ml para a coleta do lixiviado. Na parte inferior da composteira há um filtro para evitar que os sólidos mais grosseiros passem para o lixiviado. O lixiviado gerado devido à degradação do material é colocado diretamente no tanque anaeróbio. O composto também será empregado no cultivo de mudas de tomate, onde inicialmente será avaliada a sobrevivência das mudas e, posteriormente, a análise do fruto. A Figura 2 mostra em detalhe o sistema de compostagem e a composteira utilizados.



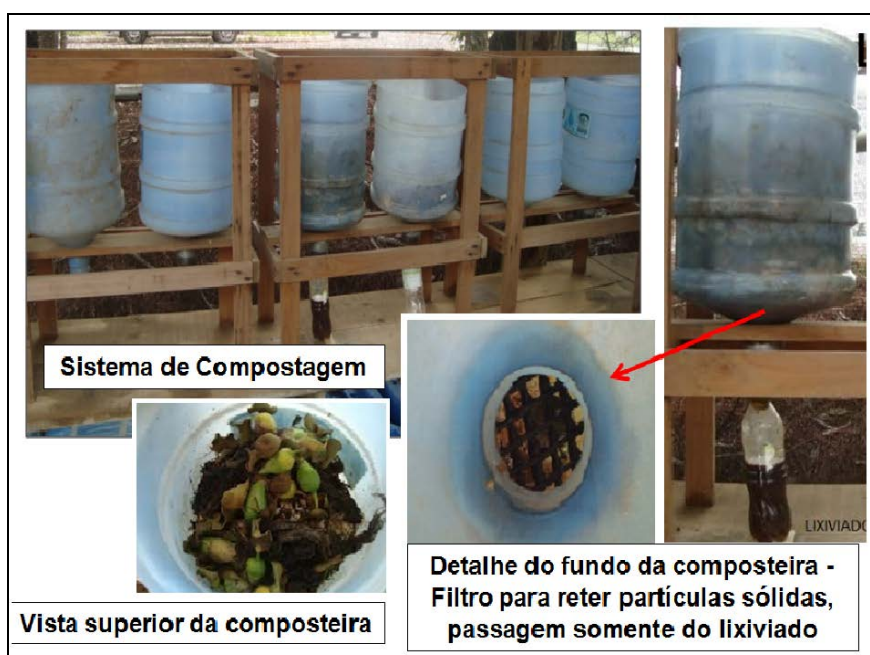


Figura 2: Detalhamento do sistema de compostagem.

### Avaliação da Eficiência da Unidade Experimental de Tratamento de Resíduos (UETR)

A avaliação da eficiência da UETR é baseada nas análises laboratoriais realizadas na entrada e saída de cada sistema. No sistema de tratamento de esgotos, os parâmetros analisados no efluente - tanque séptico e na saída do Banhado Construído - são: Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Totais Voláteis, DBO, nitrogênio total, amônia e nitrato e pH; no Reuso dos Efluentes Tratados antes e após Filtração e Desinfecção os parâmetros, na entrada e saída, analisados na água são: Turbidez, Cor, pH e microorganismos; no Sistema de Compostagem, mais especificamente, no líquido os parâmetros analisados são: Sólidos Totais, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Totais Voláteis, DBO, nitrogênio total, amônia, nitrato e pH.

A qualidade dos frutos (tomates) irrigados com o efluente tratado e cultivado em composto, bem como o composto também terão uma avaliação baseada em análises laboratoriais.

### RESULTADOS E CONCLUSÕES

O Sistema proposto para o tratamento dos resíduos sólidos e líquidos e o aproveitamento dos sub-produtos (composto, efluente tratado para irrigação e água filtrada-desinfetada por UV) é uma demanda necessária e poderia ser adotada em muitos municípios brasileiros ou comunidades afastadas devido, principalmente, aos custos competitivos e a eficiência obtida.

Com relação à etapa do tratamento de esgotos sanitários, considerando os dados apresentados na *NBR 7229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos* referentes à contribuição diária de esgoto (C) por tipo de prédio e de ocupante para residências de padrão baixo de 100 litros/pessoa x dia e 5 moradores por unidade domiciliar para um conjunto de cinco residências o custo do sistema de tratamento proposto será de R\$66,00 por habitante. Foram realizadas 5 testes em bateladas e nestes a remoção média da matéria orgânica foi de 86,6%, a de sólidos (totais, fixos e voláteis) de 60%. Como o sistema tem pouco tempo de implantação e, possivelmente, a adaptação dos microorganismos e as macrófitas podem ter influenciado os resultados preliminares.

Mesmo assim, o desempenho do sistema de tratamento proposto mostra uma remoção de poluentes satisfatória, em termos de matéria orgânica, sólidos e microorganismos. Desse modo, o uso dessa tecnologia que apresenta baixo custo de implantação e operação, reduzida manutenção, baixos requisitos de área, é evidenciada na medida em que se evita o despejo de esgotos sanitários e resíduos sólidos nos cursos hídricos, não comprometendo suas nascentes ou o lençol freático. Além disso, o efluente tratado pode ser utilizado na rega de jardins, limpeza de banheiros e pátios, lavagem de carros, mostrando assim seu benefício ambiental/econômico. Considerando a eficiência obtida e o baixo custo de construção das unidades esta pode ser uma alternativa a ser empregada em comunidades isoladas para o tratamento dos esgotos, a redução de

materiais (matéria orgânica, garrafas pet e espuma de polietileno dispostos em lixões ou cursos d'água), podendo contribuir para a redução do elevado déficit de tratamento de esgotos e dos resíduos sólidos apresentados pelo setor de saneamento em âmbito nacional. A compostagem também é um processo de baixo custo e de manutenção reduzida, bem como a filtração-desinfecção por UV.

A implantação deste sistema em comunidades isoladas acarretará uma redução dos impactos ao meio ambiente, e benefícios diretos a saúde da população.

Os resultados relacionados ao tratamento dos esgotos sanitários, a compostagem, a filtração e desinfecção dos “esgotos tratados” e o reuso dos “esgotos tratados” serão divulgados quando da apresentação oral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
2. NBR 13969: Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
3. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: [http://www.jbrj.gov.br/a3p\\_site/pdf/ABRELPE/20Panorama/202001/RSU-1.pdf](http://www.jbrj.gov.br/a3p_site/pdf/ABRELPE/20Panorama/202001/RSU-1.pdf). Acesso em: setembro de 2012.
4. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Preços Insumos: Porto Alegre, agosto de 2012. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/>. Acesso em: agosto de 2012.
5. Dyer, P. P. O. L.; Mancini, S. D. 2000. A Utilização de Resíduos de Pet Poli (Tereftalato de Etileno) como Agregado em Argamassa. Proceedings: 25<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental ABES, Recife - Pe/Brasil, 20 a 25 de set. de 2009. III-065, CD-ROM.
6. Site: <http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%AD-duos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos>.
7. Site: <http://blog.planalto.gov.br/pnad-revela-aumento-de-15-milhao-de-domicilios-com-saneamento-basico-em-2013/>.