

## II-100 - REUSO DE EFLUENTE TRATADO NA MANUTENÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO

### **Breno Barbosa Polez<sup>(1)</sup>**

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2010); graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Multivix e Técnico de Obras na Aegea Engenharia e Comércio.

### **Analine Silva de Souza Gomes**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2012) e Supervisora de Estação de Tratamento de Esgoto na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

### **Renata Araújo Guimarães**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2012) e Coordenadora de Esgotamento Sanitário na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

### **Lucas do Socorro Ribeiro Paixão**

Técnico em Edificações (2012); graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Multivix e Técnico de Obras na Aegea Engenharia e Comércio.

### **Mariana Marquesini**

Engenheira civil pela Faculdade do Centro Leste (2018) e Assistente de Planejamento na Concessionária de Saneamento Serra Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Euclides da Cunha, 407 - Jardim Limoeiro – Serra - ES – CEP 29164-032 - Brasil - Tel: +55 (27) 3348-5100 – e-mail: [breno.polez@serraambiental.com.br](mailto:breno.polez@serraambiental.com.br)

### **RESUMO**

A utilização de recursos hídricos representa um desafio para a sociedade mundial e a as águas residuárias de origem doméstica ou com características similares, podem ser reutilizadas para fins que exigem qualidade de água não potável. Neste sentido, este projeto realizou avaliação da viabilidade e os benefícios do reuso de efluente sanitário tratado na manutenção de rede coletora de esgoto, além das atividades de irrigação de grama, processo de tratamento de esgoto e lavagem de pisos, buscando a economia dos recursos naturais e financeiros. Durante o período avaliado 2015 a 2017, o consumo de água tratada diminuiu consideravelmente na estação em estudo. Nesta perspectiva, a economia obtida com este tipo de sistema apresentou-se viável e vantajosa financeiramente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, efluente tratado, desinfecção, tratamento de esgoto, filtração.

### **INTRODUÇÃO**

A utilização de recursos hídricos representa um desafio para a sociedade mundial e a demanda crescente por este recurso torna necessário a inovação no cuidado e na gestão sustentável para o prolongamento destes recursos (WIENER *et. al.*, 2016). Segundo esses autores ainda, a reutilização indireta da água desempenha um papel na satisfação das necessidades de água doce.

O desregramento da utilização dos recursos hídricos resulta no comprometimento da qualidade da água utilizável, aliado à descontrolada ocupação industrial urbana, à ausência de infraestrutura nas regiões periféricas e também nas zonas rurais onde, em sua maioria, os sistemas de tratamento de água e esgotos são de responsabilidade do próprio usuário que, contraditoriamente, lança seus resíduos para a depuração nos cursos d'água que serão captados para o consumo a jusante, sendo esta última a maior área consumidora de água (SOUZA, 2015).

No intuito de controlar o estresse de água, Vergine *et. al.* (2014) indicam as águas residuárias tratadas como fonte alternativa acessível. É importante mencionar que os esgotos sanitários apresentam organismos patogênicos, sendo essencial a escolha adequada quanto ao tipo de tratamento para não comprometer a saúde dos operadores, usuários e a qualidade ambiental do local (SOBREIRA, 2015).

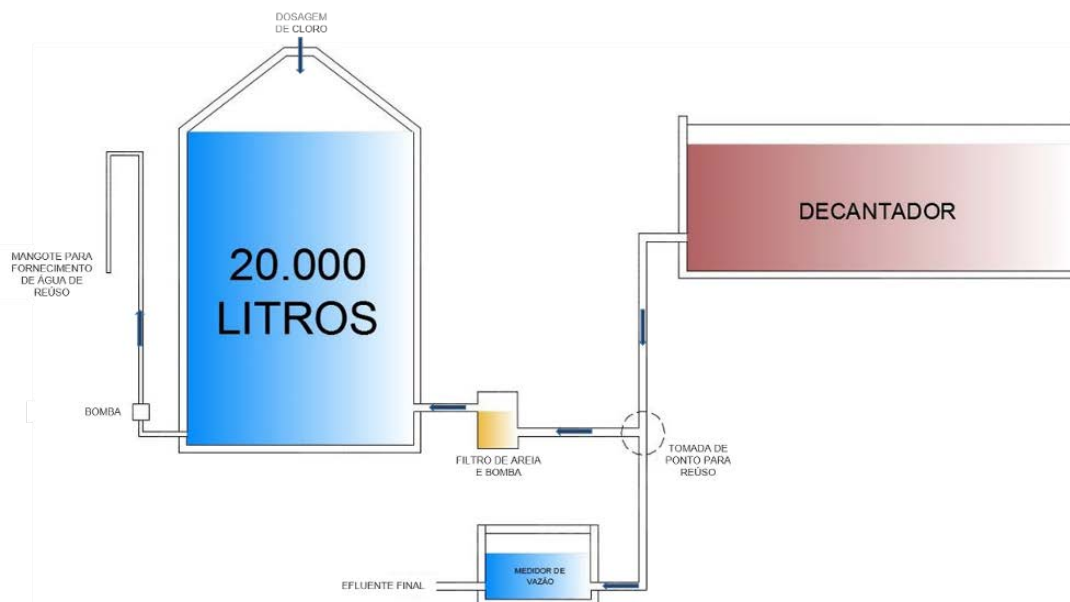
No Brasil, as diretrizes legais pertinentes ao reuso ainda estão em fase de desenvolvimento, instrumentos legais voltados ao reaproveitamento de água estão cada vez mais inseridos nas políticas públicas (SOBREIRA, 2015). Enquanto isso, são considerados os critérios sugeridos para reuso de água da NBR 13969/1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. De acordo com esta norma, águas residuárias de origem doméstica ou com características similares, devem ser reutilizadas para fins que exigem qualidade de água não potável e para isso define os critérios para reuso e finalidade de utilização.

Destaca-se que, no estado do Espírito Santo dois milhões e cem mil pessoas não têm acesso aos serviços de esgotamento sanitário, estes são dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2014, elaborado pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento-SNIS. Este número corresponde a 55,04% da população que tem acesso à água tratada no estado (SNIS, 2016).

Este projeto visa avaliar a viabilidade e os benefícios do reuso de efluente sanitário tratado na manutenção de rede coletora de esgoto do município de Serra – ES. Além das atividades de manutenção, a água de reuso também é utilizada nos processos de tratamento, na limpeza de áreas e rega de grama na área interna da empresa, buscando a economia dos recursos naturais e financeiros. Para isso, foi adotado um sistema complementar a uma Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário, com processo de filtração simples seguido de cloração, utilizando o hipoclorito de cálcio 65%.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O consumo diário de água para as atividades de desobstrução de rede e ramal de esgoto, limpeza de rua, entre outras realizadas pelos caminhões de alta pressão, é em média 30 m<sup>3</sup> por dia, com um total mensal de 900 m<sup>3</sup>. Pensando em reduzir o consumo de água tratada, o sistema de reuso foi elaborado, para viabilizar o uso do efluente tratado de um sistema do tipo lodos ativados com remoção de nitrogênio. Apenas este tratamento não atende aos limites dos parâmetros necessários para satisfazer a ABNT NBR 13.969/1997, por isso foi adicionado um sistema complementar com filtro de areia e desinfecção, de modo a garantir a remoção de sólidos e desinfecção (FIGURA 1).



**Figura 1: Fluxograma do Sistema de Reuso.**

Para avaliar a viabilidade e os benefícios do reuso do efluente tratado, foi realizado o levantamento da aquisição de todos os materiais, equipamentos e produtos químicos, consumo energético, além da estimativa de redução de consumo de água. Esses dados foram comparados com o custo economizado alcançado com o consumo de água tratada sob tarifa industrial, a fim de verificar a economia obtida com a utilização da água de reuso em alguns serviços realizadas no sistema de esgotamento sanitário.

## RESULTADOS

As atividades da Serra Ambiental de manutenção de rede, tais como desobstrução de rede e ramal de esgoto, limpeza de rua, entre outras realizadas pelos caminhões de alta pressão, consomem em média 30 m<sup>3</sup> de água por dia.

Sabendo que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 13.969/1997 prevê o reuso local no caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares e que o esgoto tratado em condições de reuso pode ser exportado para além do sistema local para atender demanda industrial ou outra demanda da área industrial ou outras demandas. A Serra Ambiental, para atender a demanda interna, preparou um processo de produção e distribuição de água para reuso, logo após ao processo de tratamento de lodos ativados da ETE Manguinhos, como pode ser observado na Figura 2.

O sistema de tratamento da água de reuso consiste na tomada de efluente tratado localizada logo após o decantador, seguindo diretamente para o filtro de areia para auxiliar na remoção de sólidos. Posteriormente, o efluente é armazenado em um reservatório, com capacidade de 20.000 litros. A desinfecção desta água é realizada com a dosagem de 300g de Hipoclorito de Cálcio 65% (granulado) diretamente no reservatório durante o enchimento, a fim de eliminar os organismos patogênicos. O fornecimento da água de reuso é feito por meio de um pórtico que possui um mangote flexível para encaixe direto e abastecimento de veículo de alta pressão.

A NBR 13.969/1997 classifica a água de reuso conforme o uso a que se destina de 1 a 4, sendo que a classe 2 é determinada para reuso em lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais de fins paisagísticos, exceto chafarizes. Esta classe corresponde as atividades desenvolvidas na manutenção de rede coletora de esgoto, assim como realizado pela Serra Ambiental (FIGURA 3). Nesse nível, a NBR 13.969/1997 determina que como tratamento satisfatório um processo biológico aeróbio seguido de filtração de areia ou membranas filtrantes e desinfecção. Portanto, o sistema proposto pela Serra Ambiental está em conformidade com esta norma.



**Figura 2: Sistema de tratamento da água de reuso.**

É importante mencionar que, no Brasil, a desinfecção tem por objetivo a redução de coliformes totais e fecais (indicadores de contaminação por dejetos humanos) dos efluentes das ETEs, de modo a alcançar níveis que atendam os índices preconizados nas legislações ambientais aplicáveis, em função da classificação do corpo receptor. Os efluentes sanitários contêm inúmeros compostos e as reações na desinfecção são variadas, dependendo principalmente das substâncias orgânicas e inorgânicas, resultantes do processo de depuração alcançado no efluente, e do agente desinfetante (PLANOWSKI; JANLSSEK, 2003).

Segundo os autores Planowski e Janlssek (2003), o objetivo da desinfecção é sempre a eliminação ou inativação dos microorganismos patogênicos, tanto para Sistema de Abastecimento de Água (SAA) como para um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). Contudo, o resultado final esperado é muito diferente para as duas situações. Na desinfecção da água, a pretensão é a destruição total de todos os patógenos presentes e o risco de não alcançar este objetivo deve ser mínimo. No esgoto sanitário, o resultado esperado na desinfecção depende do destino final do efluente a ser tratado.



**Figura 3: Manutenção na rede coletora de esgoto.**

Os custos com esse projeto envolvem o processo de implantação do sistema de tratamento complementar, manutenção e a redução esperada com esse projeto reflete-se no consumo de água tratada, como estão apresentados a seguir:

### IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REUSO

A Tabela 1 apresenta os materiais e equipamentos utilizados para implantar o sistema de reuso na ETE, juntamente com o custo para a aquisição. O custo total de implantação do sistema foi de R\$ 12.034,17.

**Tabela 1: Lista de materiais e equipamentos, com os respectivos valores e custo total do investimento em 2015, sistema de reuso 1.**

MATERIAL/ EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Caixa d'água (20.000 L)	1	6.805,17	6.805,17
Bomba de água (vazão nominal 7 m³/h)	1	350,00	350,00
Bomba com filtro (vazão nominal 7 m³/h)	1	1.723,00	1.723,00
Tubos e conexões	-	-	1.530,00
Colar de tomada	1	300,00	300,00
Pórtico para abastecimento	1	700,00	700,00
Painel elétrico	-	-	626,00
<b>TOTAL</b>			<b>12.034,17</b>

### MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE REUSO

Durante a operação do sistema de reuso, o custo mensal para manter o sistema consiste basicamente no consumo de hipoclorito de cálcio granulado 65% no processo de desinfecção; na troca de areia do filtro para o



processo de filtração; no consumo de energia para o funcionamento das bombas; e custo com limpeza do reservatório. Considerando os dados referente ao ano de 2016.

Considerando o consumo médio mensal de hipoclorito de cálcio 65% de 6,7 Kg de produto, o custo mensal médio é R\$117,47. Quanto ao consumo energético das bombas, a média mensal é de 94,82 KW, com taxa média de R\$0,46 por kW, o custo médio de energia foi de R\$43,62/mês. As manutenções realizadas no filtro relativos a troca de areia, englobam o custo da areia e do profissional envolvido no processo, com o custo médio mensal de R\$45,84 para uma hora de serviço executada. Adicionalmente, o serviço de limpeza do reservatório realizada mensalmente, envolve o serviço de caminhão jato-vácuo e os profissionais envolvidos neste serviço, custando em média por mês R\$273,54 para uma hora de execução de serviço.

## REDUÇÃO DE CUSTOS

É importante ressaltar que o consumo de água tratada diminuiu consideravelmente na estação. A média de consumo de água tratada da ETE antes da utilização do sistema de reuso era em média de 1.900.000 (um milhão e novecentos mil) litros no período de janeiro a outubro de 2015.

Após a utilização da água de reuso nos serviços de desobstrução de redes e ramais o consumo passou a ser em média de 450.000 (quatrocentos e cinquenta mil) litros no período de janeiro a outubro em 2016. Com uma redução de 1.450.000 (um milhão, quatrocentos e cinquenta mil) litros de água tratada, equivalente a uma redução média mensal de R\$12.563,00, considerando a taxa de água industrial a R\$8,52/m³.

## AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE

A partir desse projeto, foi proposto a ampliação da capacidade de armazenamento de água de reuso na ETE Mangueiras para 65.000 L, com a implantação do segundo sistema de reuso no mesmo formato do primeiro sistema implantado, com um tanque de capacidade de armazenamento de 45.000 L já no ano de 2016 (FIGURA 4).

Para esta ampliação, foram investidos R\$4.929,00 (TABELA 2), para aquisição de materiais equipamentos necessários para o novo sistema de reuso. Neste novo sistema, houve um aumento da dosagem de produto químico para 15,0 Kg média para atender ambos os sistemas de tratamento de reuso. Sendo que o processo de cloração prossegue da mesma forma que no sistema 1.

Destaca-se que, com o aumento da capacidade, a média mensal de consumo de água industrial na ETE reduziu para 385.000 (trezentos e oitenta e cinco mil) litros no período de janeiro a agosto de 2017, representando uma economia de 14,4% de água industrial, quando comparado ao ano de 2016.

**Tabela 2: Lista de materiais e equipamentos, com os respectivos valores e custo total do investimento em 2016, para sistema de reuso 2.**

MATERIAL/ EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
Caixa d'água (45.000 L)	1	*	*
Bomba de água (vazão nominal 7 m³/h)	1	350,00	350,00
Bomba com filtro (vazão nominal 7 m³/h)	1	1.723,00	1.723,00
Tubos e conexões	-	-	1.530,00
Pórtico para abastecimento	1	700,00	700,00
Painel elétrico	-	-	626,00
<b>TOTAL</b>			<b>4.929,00</b>

\*Caixa já existente.



Figura 4: Caixa de capacidade de 45.000 litros para armazenamento da água de reuso.

## CONCLUSÕES

Com este projeto conclui-se que os resultados obtidos, até o momento, com este trabalho mostraram que o reuso de efluente tratado nos serviços com fins menos nobres, como manutenção de rede coletora de esgoto, irrigação de jardins entre outras atividades é fundamental para preservação dos recursos naturais.

Nesta perspectiva, a economia obtida com este tipo de sistema apresentou-se viável e vantajosa financeiramente, além disso, reduziu a demanda deste recurso que está cada vez mais escasso em diversas áreas do Brasil.

Com este projeto para reutilização da água foi possível aliar os interesses sociais aos econômicos, principalmente a redução de custos, e a consequente ampliação de receitas. A partir desse projeto na unidade da ETE Manguinhos, foi replicado para outra unidade ETE Serra Sede com capacidade de armazenamento de 40.000 L.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 13969*: Tanques sépticos. Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
2. PLANOWSKI, E.H.; JANLSSEK, P.R. Desinfecção de efluentes sanitários com uso do cloro: avaliação da formação de trihalometanos. **Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v.20, n.20, p. 6-17, jul./dez. 2003.
3. SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO. Disponível em: [www.snis.gov.br/](http://www.snis.gov.br/). Acesso em: 14 abr. 2016.
4. SOBREIRA, R.G. **Impacto do reuso de água no balanço hídrico de uma edificação corporativa de grande porte em Vitória - ES. 2015**. 106 f. Dissertação (Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo).
5. SOBREIRA, R.G. **Impacto do reuso de água no balanço hídrico de uma edificação corporativa de grande porte em Vitória - ES. 2015**. 106 f. Dissertação (Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo).
6. VERGINE, P.; *et. al.* Sustaining irrigated agriculture in Mediterranean Countries with treated municipal wastewater: A case study. **Procedia Engineering**, v. 89, p. 773-779. 2014.
7. WIENER, M.J.; JAFVERT, C.T.; NIES, L.F. The assessment of water use and reuse through reported data: A US case study. **Science of the Total Environment**, v. 539, p. 70-77. 2016.