

## ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE FILTRO DE AREIA COMO TRATAMENTO TERCIÁRIO VISANDO O REUSO URBANO

Rafaela Paschoal Caetano Silva <sup>1</sup>

Adriano Luiz Tonetti <sup>2</sup>

Carlos Isaque da Silva <sup>3</sup>

Jorge Luiz da Paixão Filho <sup>4</sup>

### Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

#### *Resumo*

As mudanças climáticas estão afetando o ciclo hidrológico causando escassez hídricas nos últimos anos no Estado de São Paulo. Portanto, o reuso de água está sendo cada vez mais necessário. A água de reuso é a água proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE). Essa água pode ser utilizada para diversos serviços menos nobres como irrigação paisagística, lavagens de logradouros, combate ao incêndio e na construção civil. Portanto, o objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade do uso do filtro de areia no tratamento terciário para produção de efluente para reuso. O tratamento de esgoto foi composto por reator UASB, filtro biológico percolador e filtro de areia (FAr). Esse sistema foi escolhido pois poderá ser implementado o FAr na ETE de Barão Geraldo em substituição dos decantadores secundários. Para instalação do FAr foi realizado o experimento de granulometria para verificar se a areia era adequada. As análises do esgoto bruto e tratado foram analisadas semanalmente. O filtro de areia foi operado por aproximadamente 60 dias. Como o uso de água na construção civil é predominantemente durante o dia, a água de reuso deve ser produzida no período noturno. Notou-se uma melhora na qualidade do efluente com a inserção do filtro de areia. A turbidez e demanda química de oxigênio ficaram dentro dos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental. Com essa pesquisa espera-se que as estações de tratamento de esgoto possam com pequenas alterações nos processos de tratamento produzir um efluente com qualidade para reuso.

Palavras-chave: Saneamento; Esgoto Sanitário; Nutrientes; Meio Ambiente; Água

<sup>1</sup> Aluna do Curso de graduação em Eng. Civil, Universidade Presbiteriana Mackenzie [raafa.paschoal@hotmail.com](mailto:raafa.paschoal@hotmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Universidade Estadual de Campinas – Departamento Saneamento e Ambiente [tonetti@unicamp.br](mailto:tonetti@unicamp.br)

<sup>3</sup> Aluno do Curso de graduação em Eng. Química, Universidade Estadual de Campinas [isaque\\_boo@hotmail.com](mailto:isaque_boo@hotmail.com).

<sup>4</sup> Prof. Dr. Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de ciência e tecnologia (CCT) [jorge.paixao@mackenzie.br](mailto:jorge.paixao@mackenzie.br)

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural abundante no mundo, contudo a maior parcela 97,5% é salgada, ou seja, imprópria para consumo humano e não é indicada para irrigação (ANA, 2019). Para satisfazer a atual demanda crescente por esse recurso é importante a preservação da qualidade da água doce com o aproveitamento do esgoto tratado em usos menos nobres.

O saneamento básico é uma forma de planejar e estudar o uso da água, pois melhora a qualidade de vida população, cuidando das condições do meio ambiente a fim de prevenir doenças, promovendo a saúde. No Brasil, o saneamento básico é um direito garantido pela Constituição e pela Lei nº. 11.445/2007, a Lei do Saneamento (TRATA BRASIL, 2020). Apesar da lei de saneamento, apenas 46% dos esgotos são tratados. Isso demonstra que o saneamento básico precisa evoluir na universalização do acesso a coleta e tratamento de esgoto. Para equilibrar a demanda por água na sociedade e promover o aumento do tratamento de esgoto, pode-se transformar as ETE (Estações de Tratamento de Esgoto) em unidades produtoras de água de reuso. Desta forma, o esgoto terá um destino útil.

Segundo o Unite State Green Building Council (2019) a indústria da construção civil consome 21% da água tratada do planeta e poderia contribuir para a economia da água desenvolvendo e implantando ideias para o aproveitamento e reuso, permitindo a redução de 30% dos recursos hídricos (SEBRAE, 2015).

Para implementação do reuso em larga escala é fundamental que os processos de tratamento tenham ótima eficiência, baixo custo e o efluente atenda a legislação. Além disso, é fundamental que a ETE esteja próxima aos locais que necessitam da água de reuso. Campinas, cidade do interior paulista, conhecida como polo de tecnologia e pesquisa, tem uma EPAR (Estação Produtora de Água de Reuso) operada pela SANASA (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento), contudo a longa distância entre a EPAR e os locais de consumo, tem inviabilizado a comercialização do efluente na construção civil.

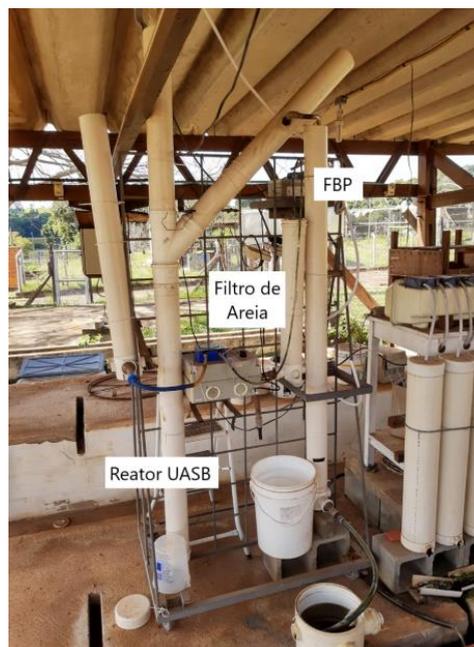
A ETE Barão Geraldo está próxima ao centro da cidade e locais de expansão da construção civil. Portanto, uma alternativa seria realizar uma adequação desta estação com o objetivo de promover o reuso. Essa ETE realiza apenas o tratamento secundário UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) e FBP (Filtro Biológico Percolador). Conseqüentemente, será

necessário implementar o tratamento terciário no polimento do efluente. Como opção poderia ser implementado o FAR (filtro de areia). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi analisar o efluente do tratamento terciário produzido em filtro de areia como polimento após o tratamento secundário (UASB+FBP).

## METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida nas dependências do Laboratório de Materiais no Centro de Ciências e Tecnologia do Mackenzie Campinas e no Laboratório da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. O esgoto bruto foi proveniente de uma região da UNICAMP. O monitoramento dos reatores foi realizado com as seguintes análises físico-químicas do: pH, OD, turbidez, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e alcalinidade. A água de reuso produzida neste trabalho foi do tratamento terciário montado por sistema composto de UASB + FBP + FAR (Figura 1). Nesse trabalho foi apenas apresentado os dados do FAR.

Figura 1 - Sistema de fornecimento de água de reuso



Fonte: Autoria Própria

O filtro biológico percolador foi desenvolvido em PVC de 100 mm com uma altura útil de 170 cm e o material suporte empregado foi o isopor (poliestireno expandido). O filtro de

areia foi construído em PVC de 100 mm, altura total de 73 cm com 63 cm com areia e 9 cm de borda livre. A vazão aplicada foi de 4,0 L/dia, correspondendo uma Taxa de aplicação superficial de 500 L/m<sup>2</sup>/dia. O efluente foi aplicado a cada 6 horas no período noturno com uma vazão de 1,0 L/hora.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de uniformidade da areia foi de 2,05, sendo adequado para o filtro, pois é menor que 4 conforme recomenda a norma NBR 13969 (1997). A implementação do tratamento terciário nas ETE irá proporcionar uma melhora na qualidade do efluente (Tabela 1). O valor médio e o desvio padrão encontrados no esgoto bruto para a turbidez foi de  $62 \pm 18$  uT. Após o tratamento terciário a turbidez foi  $4,1 \pm 2,0$ uT, com uma redução de 93%. A Resolução Conjunta n.9 de Campinas (2014) diz que o valor máximo permitido de turbidez é 5uT, portanto a grande maioria dos resultados estão dentro do permitido. Tonon (2011) comenta que a turbidez causa interferência nos processos de desinfecção, pois por meio das partículas suspensas há oclusão dos organismos patogênicos. Desta forma, uma menor turbidez demandará menos cloro na desinfecção.

Tabela 1: Características químicas e biológicas das amostras

Parâmetro	Esgoto Bruto	Filtro de Areia
pH	$8,0 \pm 0,5$	$7,5 \pm 0,3$
OD (mg O <sub>2</sub> /L)	$0,4 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,8$
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	$349 \pm 75$	$180,3 \pm 84,2$
Turbidez (uT)	$62 \pm 18$	$4,1 \pm 2,0$
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	$430 \pm 82$	$51,3 \pm 15,5$

No sistema UASB e FBP foi atingida uma eficiência global na remoção de matéria orgânica (DQO) de aproximadamente 84%. Com o tratamento terciário foi possível reduzir cerca de 88% em relação ao esgoto bruto. O Brasil adota como referência a DBO como parâmetro para matéria orgânica, portanto foi utilizado como base a diretiva europeia. Essa norma estabelece um residual de DQO menor que padrão de 125 mg L<sup>-1</sup> ou 75 % de remoção (91/271/EEC). Portanto, o efluente já atinge o estabelecido no tratamento secundário e o filtro de areia promove um polimento no efluente. A implementação do filtro de areia

também irá contribuir para a redução da concentração de nitrogênio amoniacal no efluente devido à alta concentração de oxigênio dissolvido e alcalinidade (Tabela 1).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo preliminar mostrou a viabilidade da implementação do filtro de areia no polimento de efluente do sistema combinado UASB e filtro biológico percolador. Para melhorar a eficiência do filtro de areia é importante a análise da remoção constante do lodo do reator UASB.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água no mundo**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo> . Acesso em: 20 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1997). NBR 13969 - **Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 60p.

CAMPINAS (Município). Resolução Conjunta nº 09, de 31 de julho de 2014. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reuso direto não potável de água, proveniente de estações de tratamento de esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas**. Resolução Conjunta SVDS/SMS. Campinas, SP: Prefeitura Municipal de Campinas, 04 ago. 2014. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/resolucao-09-2014.pdf> . Acesso em: 23 ago. 2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatórios de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo dos anos de 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2020.

DIRECTIVE 91/271/CEE 1991. **Concerning urban wastewater treatment**. J. Off. Commun. Eur. L135/40-52.

TONON, D. **Tratamento de efluente anaeróbio: condicionamento em filtro de areia visando lançamento e reuso**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento e Ambiente), 2011. Disponível em: <[http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258255/1/Dominato\\_DanieleTonon\\_D.pdf](http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258255/1/Dominato_DanieleTonon_D.pdf)> . Acesso em: 20 maio 2020.

TRATA BRASIL. **Esgoto**. Brasil. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto> . Acesso em: 14 maio 2020.

US GREEN BUILDING COUNCIL. **Benefits of Green Building**. Estados Unidos. Disponível em: <https://new.usgbc.org/press/benefits-of-green-building> . Acesso em: 18 out. 2019.