

## UTILIZAÇÃO DE REJEITOS COMO MEIO FILTRANTE EM FILTROS BIOLÓGICOS PERCOLADORES

Raphael Corrêa Medeiros (\*), Bruna da Rosa Fagundes, Bruna Cardozo, Caroline Mattos da Costa, Fernanda Volpatto

\* Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen. Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, medeiroscg@yahoo.com.br.

### RESUMO

A água é um bem comprometido tanto pela escassez como pela degradação de sua qualidade e o despejo de efluentes domésticos *in natura* nos corpos de água, é um dos principais fatores de degradação da sua qualidade. Neste contexto, a opção por sistemas de tratamento de esgotos simplificados vem assumindo papel de destaque. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de dois filtros biológicos percoladores, constituídos de meio filtrantes alternativos (rejeito de mineração e espuma de poliuretano), no tratamento do esgoto doméstico, da casa do estudante da UFSM/FW. Os filtros foram montados e operados por 92 dias, nesse tempo avaliaram-se parâmetros físico-químicos. Os filtros biológicos percoladores se apresentaram viáveis, já que os meios filtrantes escolhidos são de grande disponibilidade, e também por apresentarem boas eficiências de remoção de Turbidez, DQO, Nitrogênio amoniacal e Fósforo total. Nestes filtros observaram-se um ambiente favorável ao crescimento bacteriano, ou seja, houve a existência de biofilme. Em relação à legislação ambiental, todos os parâmetros foram atendidos com exceção do parâmetro de Fósforo total.

**PALAVRAS-CHAVE:** tratamento biológico, esgoto sanitário, mineração, filtração.

### INTRODUÇÃO

A falta de tratamento de esgotos e o lançamento dos esgotos domésticos *in natura* aos corpos de água é um dos principais fatores de degradação da qualidade da água. Atualmente, existem inúmeras formas de realizar o tratamento de esgoto, e cada uma delas possuirá vantagens e desvantagens, seja em relação à área necessária, à eficiência obtida no final do tratamento, consumo de energia, entre outras. E são essas características que auxiliam o planejamento e a melhor escolha de técnica para o tratamento (NUVOLARI, 2011).

Segundo Jordão e Pessoa (2011), para países em desenvolvimento, os custos de operação e implantação, sustentabilidade e simplicidade dos sistemas de tratamento são os critérios mais críticos nessa escolha. A seleção da tecnologia de tratamento depende de critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Junto a essas questões, a necessidade de utilização de tecnologias simplificadas no tratamento de esgoto coloca em foco a alternativa de tratar biologicamente o esgoto doméstico, principalmente para pequenas comunidades.

Um exemplo disso são os filtros biológicos percoladores (FBP) que, segundo Neto (2011), são sistemas de fácil operação e manutenção e também baixo custo e consumo de energia. Mesmo que esse processo se caracterize por ser simplificado, alguns dados referentes ao dimensionamento de FBP ainda se encontram dispersos e carecem de discussão.

Na filtração biológica, a biomassa cresce aderida a um meio suporte e forma um biofilme, que consiste de microrganismos, material particulado, polímeros extracelulares (Metcalf e Eddy, 2003). A fixação dos microrganismos no meio suporte se deve à presença de matéria orgânica, oxigênio e micronutrientes disponíveis. Condições como pH, temperatura, presença de agentes microbianos, quantidade de inóculo, forças hidrodinâmicas, características de substrato, também podem interferir no seu desenvolvimento (CHAVES, 2004 apud JACOBS 2013).

- Segundo Machado (2005), as etapas de formação de biofilme são:
- Etapa 1- Transporte de células livres do meio líquido para o meio suporte (sólida) e sua fixação;
- Etapa 2- Crescimento e divisão de células fixas devido aos nutrientes provenientes do líquido circundante;
- Etapa 3- Fixação de células bacterianas flutuantes (e outras partículas), auxiliando na acumulação do biofilme;
- Etapa 4- Liberação de material celular por vários tipos de mecanismos: erosão superficial (perda de células individuais), descolamento (“sloughingoff”), abrasão e ataque por predadores.

Também segundo Machado (2005), a escolha do tipo de material suporte influencia para a formação do biofilme, pois a adesão está ligada a composição e rugosidade, já que os microrganismos depositam-se nas irregularidades do

material. A rugosidade do suporte cria abrigos onde a turbulência do fluido é menor, tornando possível aumentar a retenção de microrganismos.

Compostos orgânicos, nutrientes, oxigênio presentes na água residuária penetram as camadas de biofilme por difusão. Dependendo da espessura do biofilme formado no meio suporte, podem ocorrer zonas aeróbias, anóxicas e anaeróbias. O meio suporte pode ser dos mais variados materiais, entre eles: pedra brita, cascalho, escória de alto forno, cavaco de madeira, areia, tubos corrugados, etc, já foram estudados (Metcalf & Eddy, 2003; Von Sperling, 2013). Segundo Wolff et al. (2010), cada material suporte apresenta forma, área superficial, porosidade, rugosidade diferentes, o que influencia na colonização do microrganismos e formação de biofilme.

Alguns estudos relatam o uso de materiais, antes descartados como resíduo inservível, mas que são utilizados na área de saneamento com bons resultados. Entre os materiais, há os rejeitos de mineração, responsáveis pelos mais variados impactos ambientais, no solo, ar, águas superficiais e subterrâneas.

A extração da ametista é fonte de renda direta e indireta para alguns municípios da região noroeste do Rio Grande do Sul, no entanto gera grande volume de rejeito. Outro material é a espuma de poliuretano, utilizada nas mais variadas ações domésticas, que após o tempo de uso, também se torna rejeito.

## OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivos testar dois materiais – rejeito de mineração de pedra ametista e espuma de poliuretano – na composição de filtros biológicos percoladores para o tratamento de esgoto sanitário, e avalia-los quanto à remoção de: DQO, nitrogênio, fósforo e turbidez.

## METODOLOGIA

Os filtros foram dimensionados para atender a uma taxa de 1,26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, caracterizados como de baixa taxa. Eles foram montados a partir de canalizações e peças de PVC, com diâmetro nominal de 100 mm.

Duas peças CAP foram perfuradas e alocadas: na parte superior para melhor distribuição de esgoto bruto, a fim de o líquido não tivesse caminhos preferenciais ao adentrar o filtro; e outra na parte inferior como suporte do meio filtrante. A parte mais abaixo dos filtros também foi perfurada para que houvesse entrada de ar, a fim de mantê-los em aerobiose.

Em um filtro foi colocado o rejeito proveniente da atividade de mineração de pedra ametista, que ocorre no município de Ametista do Sul – RS, que dista 30 quilômetros da Universidade Federal de Santa Maria – campus Frederico Westphalen. No outro filtro, espumas de poliuretano foram recortadas em tamanhos irregulares para o seu preenchimento.

As características principais dos materiais podem ser visualizadas na tabela 1. Os filtros receberam esgoto sanitário bruto, proveniente da Casa de Estudantes Universitários, da UFSM – Campus Frederico Westphalen, em regime contínuo com o auxílio de bombas dosadoras. Ambos os reatores operaram em temperatura ambiente por 92 dias.

**Tabela 1: Principais características do material suporte dos filtros biológicos percoladores no tratamento de esgoto bruto.**

Material	Superfície Específica (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	Índice de Vazios (%)	Porosidade (%)
Espuma de poliuretano	158	28	67	51
Rejeito de mineração	0,52	2.378	54	43

As coletas de amostras do esgoto bruto e tratados ocorreram três vezes na semana, para avaliação da DQO, turbidez, pH e temperatura. Foram analisados também nitrogênio e fósforo, no entanto, uma vez por semana. As análises foram determinadas de acordo com as metodologias expostas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2005).

## RESULTADOS

De acordo com Jordão e Pessoa (2011), pode-se categorizar o esgoto bruto da CEU de fraco a médio, principalmente em relação à carga orgânica (DQO), já que este apresentou uma média entre 200 e 400 mg/L. Em algumas ocasiões, pode ter havido diluição, devido ao recebimento de parcela de águas pluviais.

As variáveis pH e temperatura se mantiveram dentro do ideal para o tratamento biológico, com pH próximo ao neutro e temperatura acima de 20° C, ajudando a criar um ambiente favorável ao crescimento microbiano no biofilme. As eficiências médias alcançadas pelos FBP, para algumas variáveis estudadas, estão relatadas na tabela 2.

**Tabela 2: Eficiência média do tratamento de esgoto sanitário por FBP utilizando dois diferentes materiais suporte.**

Material do meio filtrante	Eficiência média (%)			
	DQO	NTK	Fósforo	Turbidez
Espuma de poliuretano	65	46	7	89
Rejeito de mineração	74	56	7	73

NTK: nitrogênio total kjeldahl.

Foram verificadas que as concentrações de DQO dos efluentes tratados se mantiveram, durante todo o experimento, abaixo de 50 mg/L, apesar de variações na DQO do esgoto bruto. As eficiências médias de remoção de DQO foram próximas às encontradas por Silva et al. (2015) e melhores que Almeida (2007).

A mesma assertiva pode ser relatada para a turbidez, com valores médios dos efluentes tratados, em praticamente 80% das amostras, menores que 50 UNT; embora ocorressem variações no esgoto bruto. A turbidez do afluente e efluente de um filtro percolador com meio suporte de plástico corrugado também foi analisada por Meller (2009), que também encontrou variações nos valores no afluente e efluente.

A espuma de poliuretano, por apresentar área superficial maior, pode ter promovido a retenção de sólidos suspensos, diminuindo os valores de turbidez.

Com relação ao NTK, as remoções foram próximas às de Almeida (2007). Ambos os filtros mostraram condições aeróbias e pertinentes para o aporte de bactérias nitrificantes e a consequente transformação de NTK a nitrito e nitrato. Em razão disso, houve concentrações elevadas de nitrato, bem como diminuição os valores de pH, nos efluentes tratados.

A espuma de poliuretano ainda promoveu condições anóxicas, verificadas a partir da remoção de nitrato, média de 18%, diferentemente do FBP preenchido com rejeito de mineração.

A remoção de fósforo total foi baixa, possivelmente por condições desfavoráveis para o crescimento de bactérias acumuladoras de fósforo; talvez pelo ambiente aeróbio, que favoreceu de forma mais acentuada as bactérias heterotróficas responsáveis pela degradação da matéria orgânica.

## CONCLUSÕES

Os FBP se mostraram viáveis para tratar o esgoto bruto domiciliar. Ambos os materiais utilizados como meio suporte permitiram a imobilização de micro-organismos e formação de biofilme, com boa remoção de carga orgânica e parte de nutrientes.

Deve-se atentar à facilidade de aquisição dos materiais utilizados no meio filtrante, reutilizando e valorizando rejeitos que possuem grande impacto ambiental regional.

Os FBP podem ser utilizados como alternativas simples e de baixo custo para o tratamento de esgoto doméstico, fazendo com que o efluente final atenda às legislações ambientais ou para qualquer outra finalidade, como reuso, representando uma solução de gestão, ao minimizar problemas de poluição de água e de escassez de recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA; APHA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 st. Edition. Washington: 2005.
2. ALMEIDA, P. G. S. de. **Efeito de diferentes tipos de meio suporte no desempenho de filtros biológicos percoladores aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, com ênfase na nitrificação**. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.
3. JACOBS, A. C. P. **Influência do meio suporte na formação de biofilme utilizando reator em batelada sequencial**. 2013. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, 2013.
4. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. 2011. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro. 1050p.
5. MACHADO, S. M. De. O. **Avaliação do efeito antimicrobiano do surfactante cloreto de benzalcônio no controlo da formação de biofilmes indesejáveis**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia do Ambiente) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.



6. MELLER, H. S. **Avaliação de um filtro biológico percolado com meio de suporte plástico corrugado**. 2009. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 2009.
7. METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. New York: Metcalf & Eddy, Inc., 4 th ed. 2003. 1819 p.
8. NETO, H. M. **Filtros biológico percolador**. Revista TAE. Edição N° 01, mai./jun. 2011.
9. NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte e tratamento e reuso de agrícola**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.
10. SILVA, A. M. L.; DIAS, M. V.; BELTRAME, P. L. **Análise da eficiência de remoção de demanda química de oxigênio e fósforo total pelo filtro biológico de esponja vegetal**. Anais do IV SIGA Ciência (Simpósio Científico de Gestão Ambiental), 2015, Piracicaba – SP.
11. VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Princípios básicos do tratamento de esgoto**. 2ª ed. Belo Horizonte. UFMG, 2013, 211p.
12. WOLFF, D. B.; PAUL, E.; COSTA, R. H. R. 2010. **Influência do tipo de material suporte no desempenho de reatores biológicos de leito móvel na remoção de carbono e nitrificação de esgoto sanitário**. Engenharia Sanitária e Ambiental. V. 15, n. 2, p. 149-154.