

## **II-239 - USO DE FLOCOS DE PEAD RECICLÁVEL (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE) COMO MEIO SUPORTE EM REATOR MBBR TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO**

**Bruno de Oliveira Freitas<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília, Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR-Londrina.

**Maria Teresa Hoffmann**

Bacharel em Química pelo Instituto de Química de São Carlos-USP, Mestre e Doutora em Química pelo Instituto de Química de São Carlos-USP.

**Luiz Antônio Daniel**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor do Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da EESC/USP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Souza Naves, 245, apto 02 - Centro - Ibiporã - PR - CEP: 86200-000 - Brasil - Tel: (43) 99631-5912 - e-mail: engbrunoliveira@gmail.com

### **RESUMO**

Dentre as soluções existentes para o tratamento de esgoto sanitário, o Moving Bed Biofilme Reator (MBBR) está sendo cada vez mais utilizado no Brasil. Esta tecnologia utiliza meio suporte fabricado de PEAD ou PP, porém este meio suporte ainda possui custo muito elevado. O uso de um meio suporte de fácil aquisição e de baixo custo pode ser uma alternativa promissora para ajudar a difundir a tecnologia do MBBR. Sendo assim, o presente trabalho visou avaliar o uso de flocos de PEAD reciclável como meio suporte em um reator MBBR para tratamento de esgoto sanitário em escala de bancada. A partir dos resultados obtidos neste estudo foi possível demonstrar que o meio suporte teve desempenho satisfatório em termos de remoção de matéria orgânica de 78% (monitorado por meio da demanda química de oxigênio). Esta pesquisa teve como principal contribuição o bom desempenho do meio suporte constituído de flocos de PEAD reciclável, o que necessita de menos processamento para aplicação em reatores MBBR comparado aos meios suporte comerciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio suporte alternativo, Plástico reciclável, Bancada, Área superficial elevada, Biofilme em leito móvel.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente várias tecnologias são disponíveis para efetuar o tratamento de esgoto sanitário. As opções são combinações dos sistemas de gradeamento, peneiramento, decantação, processos biológicos, oxidação, desinfecção, dentre outras operações físicas e processos físico-químicos. Destacando o tratamento biológico de esgoto sanitário, o processo aeróbio é aplicado há vários anos e teve muitas contribuições desde os estudos pioneiros de Arden e Lockett em 1914, e ainda tem o processo de lodo ativado como o maior representante que, dependendo da configuração, possibilita a remoção de matéria orgânica e nutrientes.

Os reatores com biofilme representantes do processo aeróbio vêm sendo aplicados com sucesso no tratamento de esgoto: os filtros biológicos percoladores, filtro biológico aerado submerso – FBAS, biofiltro aerado submerso e Moving Bed Biofilm Reactor - MBBR. Este último tem ganhado espaço no tratamento de esgoto por causa dos estudos que demonstraram entre outros resultados: aumento da capacidade de tratamento em estações modificadas para MBBR, partida acelerada (Mao et al., 2017), remoção simultânea de matéria orgânica e nitrogênio (Zinatizadeh e Ghaytooli, 2015), desnitrificação autotrófica (FENG SU et al., 2016) entre outros bons resultados.

O material suporte para o MBBR são peças de plástico confeccionadas de PEAD ou PP (polipropileno) (Figura 1). Este tipo de meio suporte é comercializado por diversas empresas e o requisito principal é que a densidade seja próxima à da água, porém menor, elevada área superficial (entre 500 e 1200 m<sup>2</sup>.m<sup>-3</sup>), vida útil acima de 10 anos e índice de vazios elevado.

**Figura 1 – Meio suportes plásticos para reator IFAS e MBBR.**



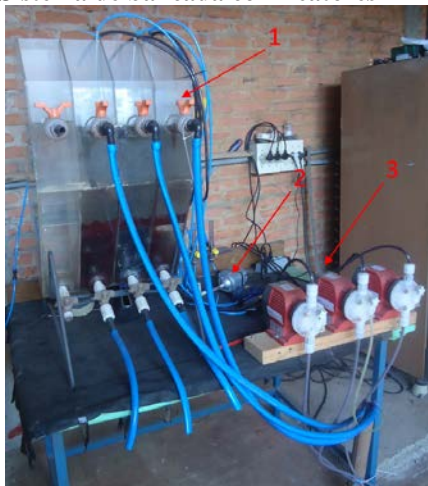
Os meios suporte comerciais possuem custo muito elevado, a partir de R\$ 3.700,00.m<sup>-3</sup> (entre os orçamentos realizados), então buscou-se avaliar um meio suporte alternativo com a expectativa de que o meio suporte confeccionado resultasse em remoção de matéria orgânica semelhante aos produtos comerciais. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar um meio suporte alternativo, confeccionado de PEAD reciclável, para utilização em reatores MBBR tratando esgoto sanitário.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **REATOR EM ESCALA DE BANCADA**

O reator MBBR aeróbio de fluxo contínuo permite avaliar condições diferentes de operação para reatores de lodos ativados e suas variações (IFAS e MBBR). O sistema foi construído em acrílico constando de tanque de aeração de aproximadamente 7,5 L de volume útil e decantador, sistema de aeração e bomba dosadora de esgoto sanitário bruto (Figura 2). A recirculação do licor misto não foi necessária, visto que o sistema trabalhou como um reator MBBR (GONG et al. 2012).

**Figura 2 – Sistema de bancada com reatores MBBR aeróbio.**

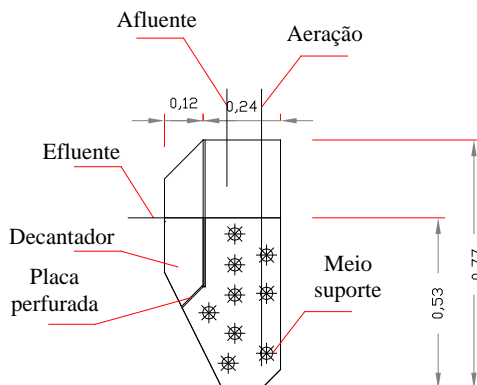


- 1- Reator MBBR com flocos de PEAD como meio suporte, 2- Compressor para aeração e mistura na zona de reação e 3- Bomba dosadora

A partida do reator ocorreu sem a introdução de inóculo, o que teve o intuito de avaliar o potencial do meio suporte na formação do biofilme a partir dos microrganismos presentes no esgoto a ser tratado. O esgoto

sanitário utilizado para alimentar o reator foi coletado de uma elevatória dentro do campus universitário por onde passa o esgoto da cidade. Na Figura 3 pode-se observar alguns detalhes do reator MBBR.

**Figura 3 – Corte transversal do reator aeróbio de bancada.**



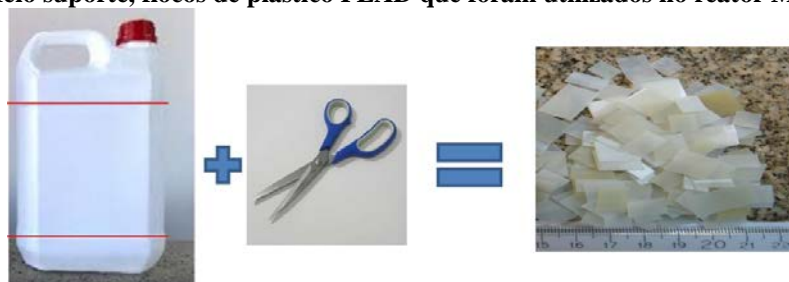
Vista em corte de um reator

A alimentação do reator foi feita por bomba dosadora com diafragma a uma vazão de  $3,75 \text{ L.h}^{-1}$ , proporcionando um TDH de 2 h. A aeração foi feita com compressores de aquário e a vazão de ar foi controlada por rotâmetro com a intenção de manter a concentração de oxigênio dissolvido acima de  $3 \text{ mg.L}^{-1}$ . O volume de meio suporte adicionado ao reator foi de 3,5 L, ocupando 50% do volume útil da zona de reação, permitindo o movimento livre dos flocos durante a aeração/agitação. O descarte do lodo de excesso foi feito uma vez por semana usando um sifão, por onde eram retirados 1000 mL de lodo do decantador. As variáveis monitoradas no afluente e no efluente foram: COT (carbono orgânico dissolvido filtrado em membrana de  $0,45\mu\text{m}$ ), DQO (bruta e filtrada em membrana de  $0,45\mu\text{m}$ ). No licor misto foram monitorados os ST e STV. Para as análises físico-químicas seguiram-se as metodologias apresentadas no Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, APHA (2012).

#### MEIO SUPORTE USADO NO REATOR DE BANCADA

Para o material suporte foram utilizados flocos retangulares de plástico confeccionadas de PEAD (material reciclável), e dimensões da largura e comprimento variando entre 0,5 a 2,0 cm (Figura 3), com os seguintes dados: área superficial  $1000 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$  e índice de vazios 60%. Vale ressaltar que o meio suporte de flocos não apresenta área protegida para crescimento do biofilme como os produtos comerciais.

**Figura 4 – Meio suporte, flocos de plástico PEAD que foram utilizados no reator MBBR.**

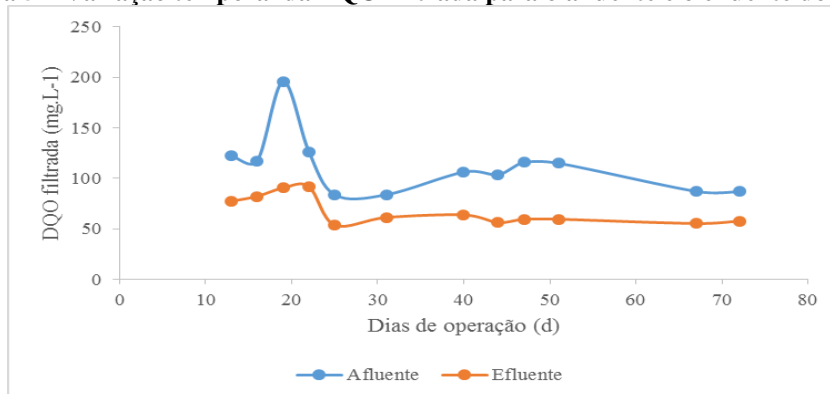


## RESULTADOS

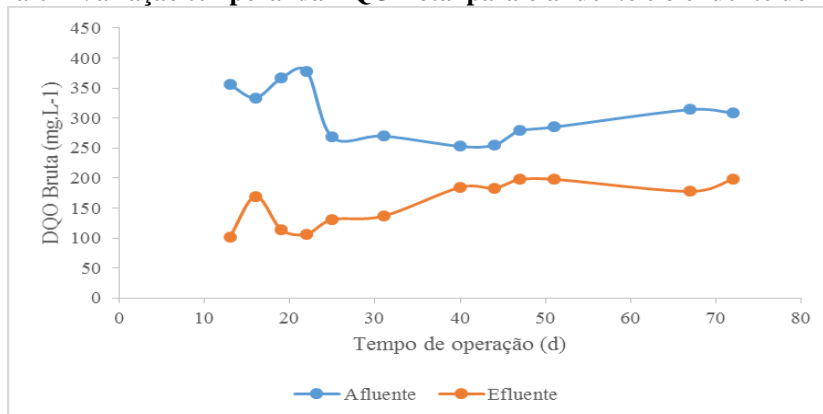
### REMOÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

Os resultados obtidos durante o monitoramento do sistema em escala de bancada são referentes a 88 dias corridos, considerando os principais resultados. A primeira análise foi realizada depois de duas semanas da partida. O reator com flocos de PEAD apresentou desempenho na redução da DQO sempre próximo a 80%. Este desempenho elevado em poucos dias de funcionamento é típico de sistemas aeróbios, sendo uma vantagem do processo. Os dados do monitoramento podem ser verificados na Figura 6 e na Figura 7.

**Figura 5 – Variação temporal da DQO Filtrada para o afluente e o efluente do reator.**

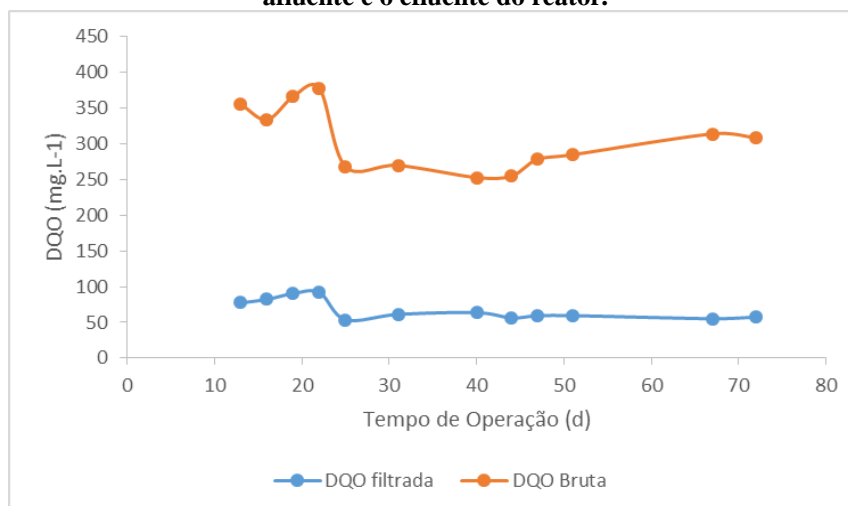


**Figura 6 – Variação temporal da DQO Total para o afluente e o efluente do reator.**



Neste período de monitoramento a DQO filtrada afluente apresentou média e desvio padrão de 112 e 31 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente, e o desempenho do reator foi de 40%. A DQO total afluente apresentou média e desvio padrão de 306 e 44 mg/L, respectivamente. Considerando a DQO total no afluente e DQO filtrada no efluente do reator o desempenho global para remoção de matéria orgânica foi de 78% (Figura 8).

**Figura 7 – Variação temporal da DQO (DQO bruta no afluente e DQO filtrada no efluente) para o afluente e o efluente do reator.**



Considerando a massa de 12 gSSV.m<sup>-2</sup> de meio suporte, adotado de acordo com a NBR 12209/2011, 3,5 L de meio suporte na zona de reação, ocupando 50% do volume útil, resultando na área de 3,75 m<sup>2</sup> disponível para crescimento da biomassa, mais a concentração de sólidos voláteis no tanque de aeração é possível estimar a concentração média de biomassa no tanque de aeração em 6269 mgSSV.L<sup>-1</sup>, suficiente para efetuar o tratamento do esgoto sanitário de forma satisfatória.

Em termos de remoção do carbono orgânico dissolvido, verifica-se na Tabela 1, que houve uma tendência de aumentar o desempenho do reator, variando de 29% a 44% de remoção. Provavelmente se o tempo de operação do sistema fosse estendido, o desempenho também aumentaria.

**Tabela 1: Dados da concentração de carbono orgânico dissolvido, desempenho do reator na remoção e estatística descritiva das concentrações de carbono no afluente e efluente.**

	Bruto (mg.L <sup>-1</sup> )	Tratado (mg.L <sup>-1</sup> )	Desempenho (%)
Carbono orgânico dissolvido mg.L <sup>-1</sup>	44,07	31,46	29
	48,27	30,91	36
	54,15	33,89	37
	61,00	36,84	40
	62,91	40,81	35
	53,71	30,31	44
Média	54,02	34,03	37
Mínimo	44,07	30,31	29
Máximo	62,91	40,81	44
n	6	6	

Segundo as informações na Tabela 1, para concentração média de carbono orgânico dissolvido no afluente ao reator, 54,02 mg.L<sup>-1</sup>, a concentração média no esgoto tratado foi de 34,03 mg.L<sup>-1</sup>, com eficiência média de 37%. Vale ressaltar que este desempenho poderia ser maior com a análise do desempenho global, ou seja, considerando o carbono orgânico total no afluente e o carbono orgânico dissolvido do efluente.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que os flocos de PEAD podem ser utilizados como meio suporte em reatores com biomassa aderida em leito móvel, com grandes vantagens para os sistemas de tratamento de esgoto sanitário. As condições testadas neste trabalho (baixo TDH = 2h), volume de enchimento do meio suporte de 50% e uso de flocos de PEAD reciclável, conduziram a bons resultados em termos de remoção de matéria orgânica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pela fonte de recursos, a CAPES e ao CNPq pela bolsa de estudo. Esta pesquisa foi financiada pela FAPESP, processo nº 2017/00088-6.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – AWWA – WPCF (2012). “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.” American Public Health Association 22<sup>a</sup> Edition, Washington DC.
2. FENG SU, J., XIN LUO, X., WEI, L., MA, F., CHEN ZHENG, S., & CHENG SHAO, S. Performance and microbial communities of Mn (II)-based autotrophic denitrification in a Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). Bioresource technology, v. 211, p. 743-750. Jul. 2016.
3. MAO, Y., QUAN, X., ZHAO, H., ZHANG, Y., CHEN, S., LIU, T., & QUAN, W. Accelerated startup of moving bed biofilm process with novel electrophilic suspended biofilm carriers. Chemical Engineering Journal, v315, p.364-372. Jan. 2017.
4. ZINATIZADEH, A. A. L., & GHAYTOOLI, E. Simultaneous nitrogen and carbon removal from wastewater at different operating conditions in a moving bed biofilm reactor (MBBR): process modeling and optimization. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v.53, p.98-111. Aug. 2015.
5. GONG, L.X., Li, J., Yang, Q., Wang, S.Y., Ma, B., Peng, Y.Z. Biomass characteristics and simultaneous nitrification-denitrification under long sludge retention time in an integrated reactor treating rural domestic sewage Bioresource Technology, v. 119, p. 277-284. Sept. 2012.