

## II-247 - FILTRAÇÃO EM MANTA GEOSSINTÉTICA EM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS DE FLUXO INTERMITENTE

### Oder Luiz de Sousa Junior<sup>(1)</sup>

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT/Unicamp). Mestre em Engenharia Civil, ênfase Saneamento e Ambiente, pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. (FEC/Unicamp). Doutorando em Engenharia Civil, ênfase Saneamento e Ambiente, pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. (FEC/Unicamp).

### Carlos Gomes da Nave Mendes

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Mestre em Engenharia Civil Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) Doutor em Engenharia Civil Hidráulica e Saneamento (EESC/USP). Professor Livre Docente do Departamento de Saneamento e Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. (FEC/Unicamp).

### Amanda Rodrigues Inácio

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário Senac. Mestranda em Engenharia Civil, ênfase Saneamento e Ambiente, pela Universidade Estadual de Campinas (FEC/Unicamp). Coordenadora do Programa Ecoeficiência - Sistema Senac de Gestão Ambiental - do Senac Campinas.

### Katlyn Dias da Silva

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (FEQ/Unicamp).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Saturnino de Brito, 224 Cidade Universitária 13083889 - Campinas, SP - Brasil - Caixa-postal: 6143- País Brasil- Tel: +55 (19) 997828088 - oderjunior@gmail.com

### RESUMO

O presente trabalho avaliou o desempenho comparativamente de quatro reatores de lodos ativados de fluxo intermitente em escala piloto, com volume útil de 85 l, sendo dois reatores com idade do lodo  $\theta_c$  de 25 dias (SB1 e SM1) e os demais com  $\theta_c$  de 40 dias (SB2 e SM2), foram avaliados também a utilização de filtros proporcionados por manta geossintética denominado de Módulo de Filtração (SM1 e SM2) aos quais foram comparados com dois reatores convencionais (SB1 e SB2) para tratamento de esgoto sanitário. A manta geossintética utilizada foi combinada com dois materiais na função de espaçadores, sendo eles: tela antiderrapante feita em poliéster com revestimento em PVC (Módulos de Filtração 1 e 2) e geomanta tridimensional fabricada em filamentos de polipropileno termosoldados (Módulos de Filtração 3 e 4). Os Módulos de Filtração 1 e 2 foram operados por 56 dias, e os Módulos de Filtração 3 e 4 foram operados por 50 dias, todos até a colmatção. Após a operação o Módulo de Filtração 1 reteve 98g de sólidos e o Módulo 2 reteve 96 g de sólidos os Módulos 3 e 4 retiveram 649,2g e 575,6g de sólidos respectivamente. Foi possível verificar que o espaçador influencia na retenção de sólidos e consequentemente, na clarificação do efluente e qualidade final.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodos Ativados, Fluxo Intermitente, Manta Geossintética, Aeração Prolongada, Esgoto Sanitário.

### INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o desenvolvimento da sociedade ao longo dos anos, bem como os recursos hídricos limitados torna a compreensão da relação existente entre os serviços de saneamento básico e saúde pública uma das principais etapas do desenvolvimento para o planejamento de sistemas de esgotamento sanitário. Um dos processos biológicos de tratamento de esgoto que pode ser facilmente modificados para compensar eventuais alterações das condições do processo e as características do afluente com o objetivo do tratamento são os reatores de fluxo intermitentes eles se destacam ainda por sua maior flexibilidade operacional. Entretanto, tais os reatores, podem ser considerada hoje pouco eficiente, se comparada à clarificação obtida por meio da filtração em membranas. Nesse sentido, tem-se observado em pesquisas recentes uma melhoria significativa na qualidade do efluente final quando os reatores intermitentes operam associados à tecnologia de membranas filtrantes, usualmente de micro ou ultrafiltração. Dessa associação,

surtem então os modernos biorreatores à membrana em batelada sequencial, nos quais a separação entre a biomassa e o efluente tratado é realizada através do processo de filtração, que dispensa a necessidade da etapa de sedimentação e reduz o tempo de ciclo do reator (BELLI, 2015).

Apesar da ótima eficiência do processo, o biorreator à membrana apresenta um alto custo de operação, principalmente ao custo das membranas filtrantes. Uma das alternativas que vem sendo pesquisadas recentemente é a utilização de materiais filtrantes de baixo custo como alternativas à membrana convencional (REN et al, 2010, LI et al 2011, POOSTCHI et al, 2012, e ZHAO et al 2013). Estes estudos focaram diferentes tipos de materiais empregados como alternativas aos módulos de ultrafiltração e identificaram sua viabilidade para o tratamento de efluentes sanitários e evidenciaram a necessidade de aprofundamento de pesquisas nesta área.

Os geossintéticos, de acordo com Hutten (2007), são as mantas constituídas por estruturas de fibra aleatórias, geralmente na forma de folhas, e por sobreposição que criam múltiplos poros conectados. Por este motivo, têm sido utilizados para tratamento de águas residuárias durante anos, em primeiro lugar como bags no lugar de fossas sépticas, depois como sistemas de contato, reatores de biofilme com fluxo horizontal, e filtros. Devido às suas propriedades particulares (alta porosidade, permeabilidade, baixo peso e durabilidade), geotêxteis convencionais podem ser utilizados em leitos de filtros.

Dessa forma, o escopo do presente trabalho foi avaliar os desempenhos comparativamente de dois sistemas. O primeiro sistema foi constituído de dois reatores de lodos ativados de fluxo intermitente em escala piloto utilizado como controle e o segundo sistema também com dois reatores com módulos de filtração proporcionados por mantas geotêxteis na remoção de matéria orgânica no tratamento do esgoto sanitário.

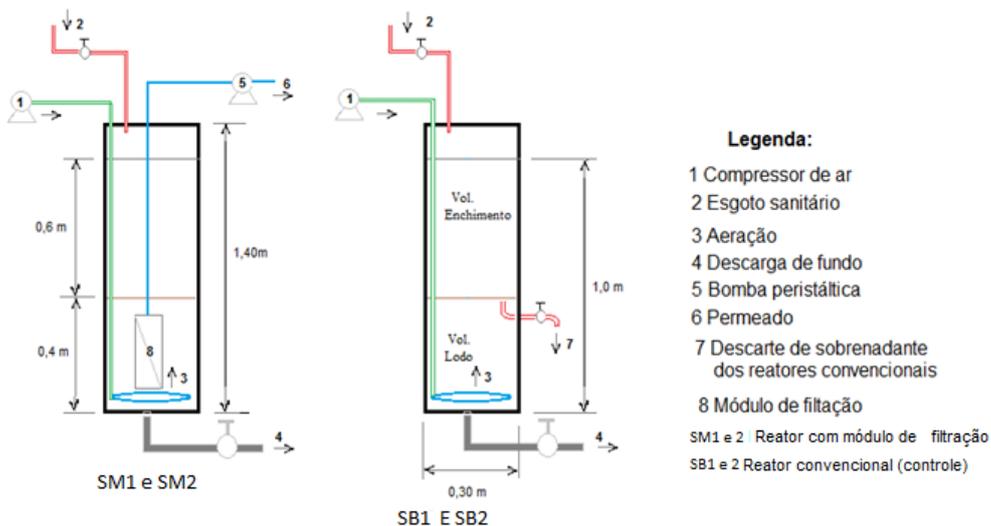
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida em instalação piloto alimentada com esgoto sanitário gerado no campus universitário da Universidade Estadual de Campinas. O sistema foi constituído de quatro reatores de lodos ativados de fluxo intermitente em escala piloto, sendo dois biorreator com módulos de filtração submersa, SM1 ( $\theta_c$  de 25 dias) e SM2 ( $\theta_c$  de 40 dias) aos quais os resultados foram comparados com outros dois reatores na modalidade convencional utilizado como controle, o SB1 ( $\theta_c$  de 25 dias) e o SB2 ( $\theta_c$  de 40 dias).

## **ASPECTOS CONSTRUTIVOS**

Os reatores foram construídos em segmento de tubo de PVC de 30 cm de diâmetro e 140 cm de altura para operar com volume total útil aproximado de 85 l. Considerando os resultados e conclusões de Pereira (1996), as frações volumétricas dos reatores para enchimento e preservação do lodo para a próxima batelada serão iguais a 60% (51 l) e 40% (34 l), respectivamente. Conforme ilustra a Figura 1.

Nos reatores com módulos de filtração submersa, foram instalados individualmente uma bomba peristáltica (fabricante Provitec, modelo AWG – 500 capacidade de 4 l/hora até 140 l/hora) responsável pela sucção do permeado, através de uma mangueira flexível corrugada de 20 mm de diâmetro interligada ao módulo de filtração ao qual foi responsável pela sucção do permeado. Os reatores foram equipados com compressores e difusores de ar (fabricante Boyu, modelo ACQ – 007 0,035 mPa) individuais para fornecimento de oxigênio na massa líquida durante a etapa aeróbia.



**Figura1: Esquema do sistema de reatores**

## MANTAS GEOSSINTÉTICAS

Para a realização deste estudo foi utilizada manta geossintética para filtração. A Manta Geossintética é constituída de manta geotêxtil não tecido agulhado, fabricante Ober, especificação Geofort GF7/130. Esta manta tem como principais aplicações: Camada anti-propagação de trincas; Sistemas drenantes; Drenagem de campos esportivos; Separação de solos e estabilização de sub-leito; Reforços de aterros apoiados sobre solos com baixa capacidade de carga; Muros de arrimo e taludes íngremes; Proteção de geomembranas em canais de concreto; Geoformas e diques contínuos. A Tabela1 apresenta as suas respectivas características:

**Tabela 1: Características da Manta Geossintética Geofort CF7/130.**

Característica	Propriedade	Norma	Unidade	Geofort GF7/130
Hidráulica	Permeabilidade Normal	ASTM D4491	cm/s	0,4
	Abertura de Filtração	AFNOR G 38017	mm	0,16
	Permissividade	ASTM D 4491	s <sup>-1</sup>	2,35
Física	Espessura	-	mm	1,70
	Densidade Superficial	-	g/m <sup>2</sup>	130,00
	Porosidade	-	%	94,46
	Superfície Específica	-	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	8263,00
	Diâmetro Médio das Fibras	-	µm	26,80
	Matéria Prima	-	-	-

A manta geossintética foi cortada nas seguintes dimensões: 1500mm x 500mm. ela foi dobrada ao meio e costurada na lateral, formando uma peça com dimensões de 1500mm x 250mm e que possui área superficial de 375.000mm<sup>2</sup> ou 0,375m<sup>2</sup>. Como espaçadores foram utilizados 2 tipos de materiais, sendo eles: A - tela antiderrapante feita em poliéster com revestimento em PVC; B - geomanta tridimensional fabricada em filamentos de polipropileno termosoldados. Na Figura 2 são apresentas os respectivos espaçadores:

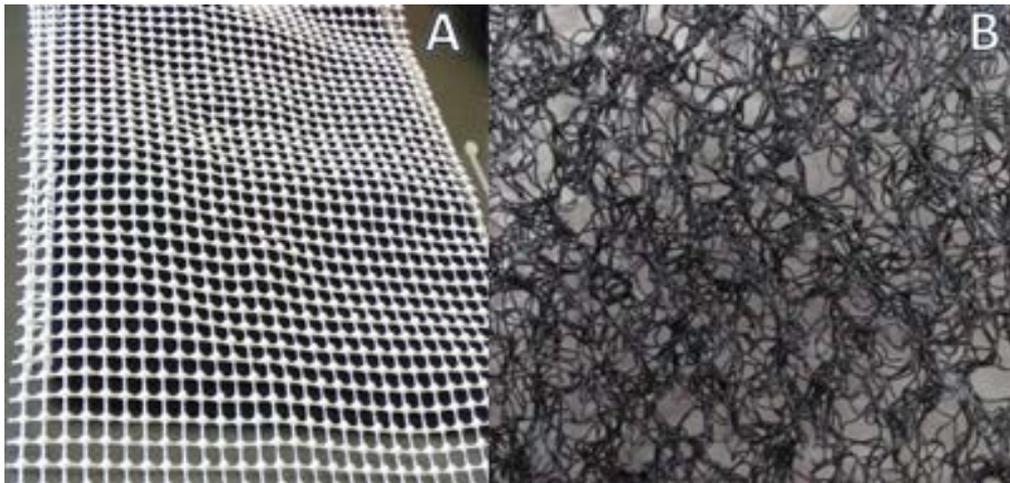


Figura 2: A – Tela Antiderrapante; B – Geomanta Tridimensional.

## MÓDULO DE FILTRAÇÃO

O módulo de filtração foi instalado na vertical, no fundo dos respectivos reatores, dentro da fração preservada para armazenamento de lodo para a batelada seguinte. A configuração geométrica dos filtros considerou a utilização de manta com um comprimento de cerca de 1 m e largura de 0,5 m.

Para a montagem dos módulos de filtrações foram utilizados materiais como: cano de PVC de 25 mm de diâmetro, manta geossintética Ober, (Geofort GF7/130), espaçadores e abraçadeira de nylon. Primeiramente, com uma furadeira foram feitos furos no cano de PVC, para propiciar que o esgoto permeie no módulo de filtração. Este cano de PVC é posicionado no centro da manta geossintética. Após isso, são posicionados os espaçadores e duas formas diferentes: um embaixo da manta no lado esquerdo ao cano e outro acima da manta do lado direito ao cano. Com estes itens posicionados, dobra-se a manta, posicionando a manta e o espaçador do lado esquerdo sobre o espaçador e a manta do lado direito. Assim, enrolam-se no sentido da direita as camadas de espaçador e manta, formando o módulo de filtração. Por fim, utiliza-se a abraçadeira de nylon para fixar as camadas enroladas. Nas Figuras 3 a 5 são apresentados os módulos de Filtração bem como a sua montagem.

Após combinar a manta geossintética com os dois espaçadores têm-se o Módulo de Filtração 1 (SM1) e Módulo de Filtração 2 (SM2) ao quais utilizaram tela antiderrapante feita em poliéster com revestimento em PVC e o Módulo de Filtração 3 (SM1) e Módulo de Filtração 4 (SM2) que utilizaram geomanta tridimensional fabricada em filamentos de polipropileno termosoldados. O Módulo de Filtração 1 possuiu o peso de 269 g e volume de 1,1l, O Módulo de Filtração 2 308,2g e volume de 1,1l. Módulo de Filtração 3 apresentou peso de 341 g e volume de 1,3l e O Módulo de Filtração 4 peso de 362g e volume de 1,4l.

Após a colmatação dos primeiros módulos, os mesmos foram retirados dos reatores, e após a retirada dos módulos os quatro reatores foram ajustados para ter as mesmas condições para receberem os Módulos Filtrações 3 e 4.



Figura 3: Módulos de Filtração 1 e 2

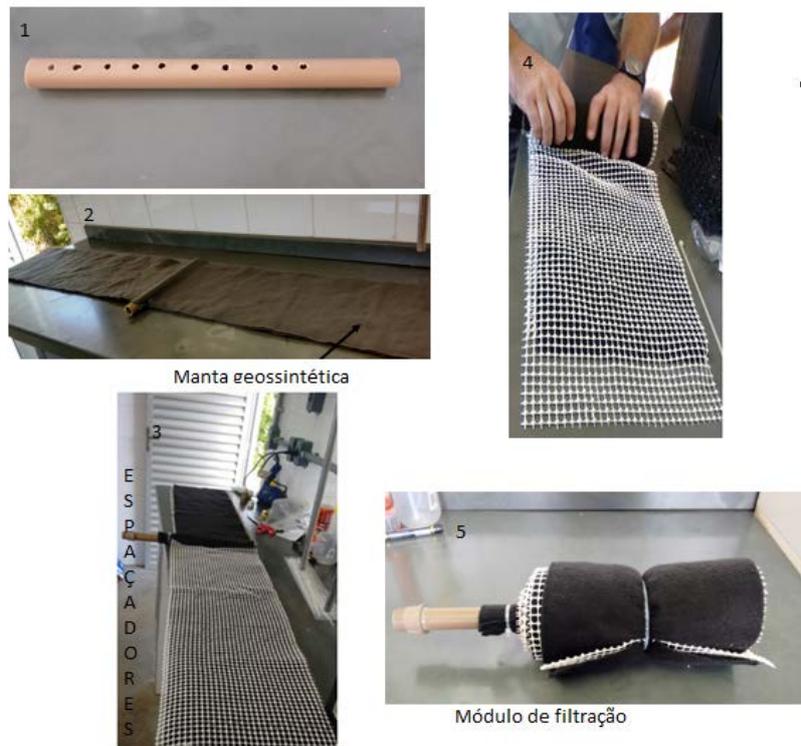


Figura 4: Etapas de Montagem dos Módulos de Filtração.



Figura 5: Módulos de Filtração 3 e 4

### Procedimento Experimental

Para a operação do sistema foi considerado um ciclo operacional por dia, cada ciclo foi realizado em cinco fases distintas, sendo: enchimento, reação, repouso (sedimentação), drenagem e espera.

Na fase de enchimento, o reator foi alimentado com esgoto sanitário até que o nível máximo de 85 l for atingido, indicando o fim desta fase. O período de enchimento foi praticamente instantâneo, não sendo objeto de investigação do presente trabalho e dependeu da vazão e nível de afluente no reservatório externo;

A fase de reação foi iniciada imediatamente após a fase de alimentação, com o acionamento do sistema de aeração, para o fornecimento de oxigênio ao reator, em fluxo intermitente (87,5% ligado e 12,5% desligado) útil para evitar o superaquecimento dos aeradores. Tal controle foi realizado por temporizadores analógicos, pré-programados para desligar o sistema durante 15 minutos a cada 1 hora por um período de duração de 17 horas. Cada reator teve uma defasagem de dez minutos entre si, de forma a permitir enchimentos e descartes não concomitantes. Ao final da fase de reação foi feito o descarte de lodo manual em excesso para permitir o controle da idade do lodo imposta. Dessa forma, com o volume dos reatores homogeneizados pela aeração, far-se-á o descarte de determinado volume de cada reator, sendo 1/25 (3,4 l) para uma idade de lodo ( $\theta_c$ ) de 25 dias e 1/40 (2,1 l) para uma idade do lodo ( $\theta_c$ ) de 40 dias;

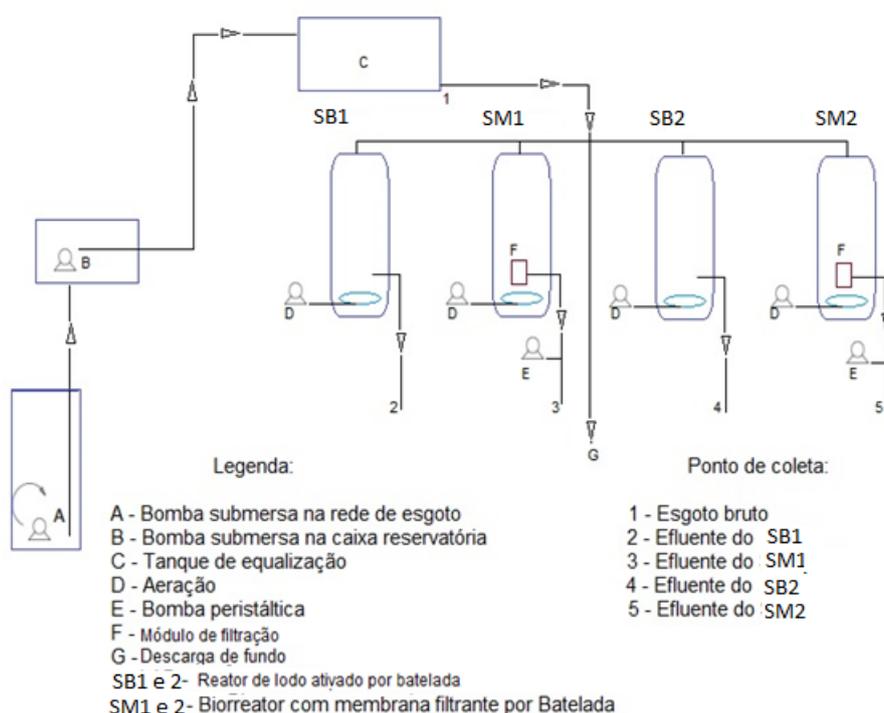
Na fase de repouso, o sistema de aeração foi desligado por um período de uma hora, de forma a permitir a decantação do efluente e sedimentação da biomassa presente, na forma de flocos biológicos;

Na fase de drenagem, após a sedimentação a bomba peristáltica foi acionada, para o início da filtração do licor misto do reator para produzir o permeado nos reatores com módulos de filtração, e do descarte do sobrenadantes dos demais reatores por gravidade.

Na fase de espera, após a retirada do sobrenadante, e a filtração nos reatores com módulo de filtração, o sistema permaneceu em repouso até o início de um novo ciclo.

### Coleta de Amostras e Análises Laboratoriais

Para avaliar o desempenho do sistema para tratamento de esgoto sanitário foram realizadas as seguintes análises laboratoriais: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), turbidez, oxigênio dissolvido, as quais foram baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al. 2012). Foram analisadas as amostras do afluente aos reatores biológicos, efluentes dos módulos de filtração e dos reatores convencionais (controle). Na Figura 6 são apresentadas os pontos de coletas.



**Figura 6: Fluxograma simplificado do sistema de tratamento e os pontos de coletas**

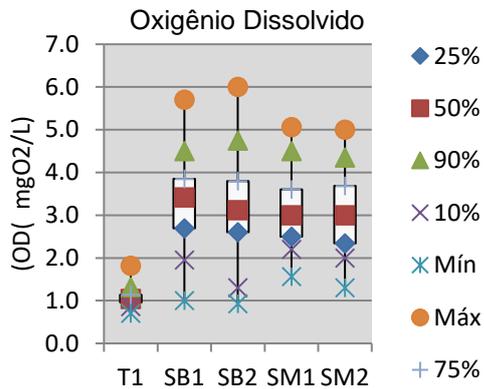
### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta sessão serão apresentados os principais resultados obtidos na operação do sistema que durou 106 dias até a colmatação dos módulos de filtração. Sendo 50 dias no primeiro módulo e 56 para o segundo módulo

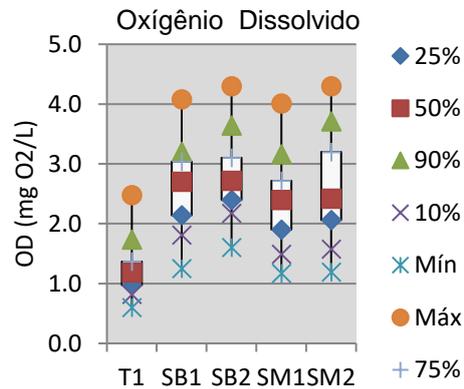
Para os Módulos de Filtração 1 e 2 média de concentração de oxigênio dissolvido para o afluente foi de  $1,1 \pm 0,2 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SB1 foi de  $3,3 \pm 1,0 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SB2 foi de  $3,2 \pm 1,2 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SM1 foi de  $3,1 \pm 0,9 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , e para o SM2 foi de  $3,0 \pm 0,9 \text{ mgO}_2/\text{l}$ .

Para os Módulos de Filtração 3 e 4, a média de concentração de oxigênio dissolvido para o afluente foi de  $1,2 \pm 0,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SB1 foi de  $2,6 \pm 0,6 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SB2 foi de  $2,8 \pm 10,6 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SM1 foi de

2,4±0,7mgO<sub>2</sub>/l, e para o SM2 foi de 2,6±0,8 mgO<sub>2</sub>/l. As Figuras 7 e 8 apresentam o comportamento do afluente e dos reatores em relação ao Oxigênio Dissolvido.



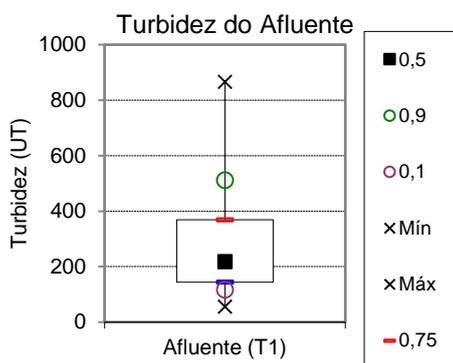
**Figura 7: OD do Afluente e efluentes dos reatores Módulos 1 e 2**



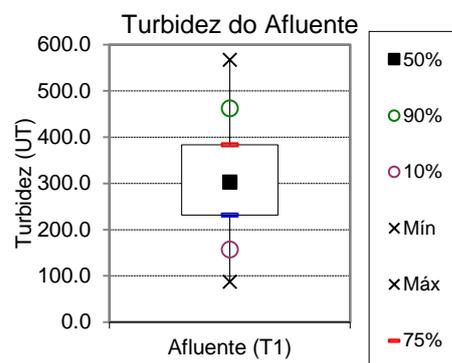
**Figura 8: OD do Afluente e efluentes dos reatores Módulos 3 e 4**

A turbidez média do afluente aos Módulos de Filtração 1 e 2 foi de 285,2± 207,8 UT, para o SB1 foi de 11,7± 8,2 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 94,4%. SB2 foi de 14,3± 14 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 92,9%, SM1 foi de 3,7± 1,5 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 98,1%, e para SM2 foi de 4,3± 3,2 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 97,9%.

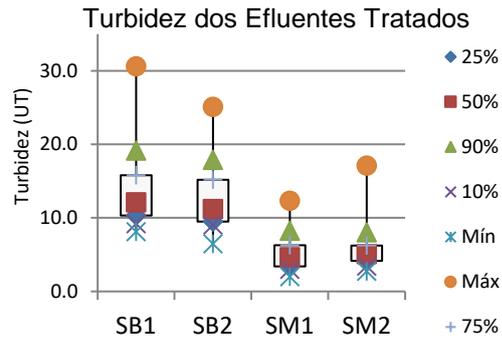
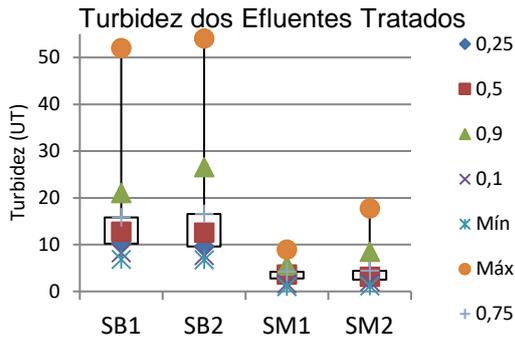
Para os Módulos de Filtração 3 e 4, a turbidez média do afluente foi de 309±117,3 UT para o SB1 foi de 9,8± 5,2 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 97%. SB2 foi de 9,4± 4,6 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 96,3%, SM1 foi de 5,5± 2,9 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 98,5%, e para SM2 foi de 6,0± 3,1 UT, obtendo-se eficiência média de remoção de turbidez de 98,3%. As Figuras 9 a 12 ilustram os valores de turbidez do afluente e efluentes dos reatores.



**Figura 9: Turbidez do Afluente dos Módulos 1 e 2**



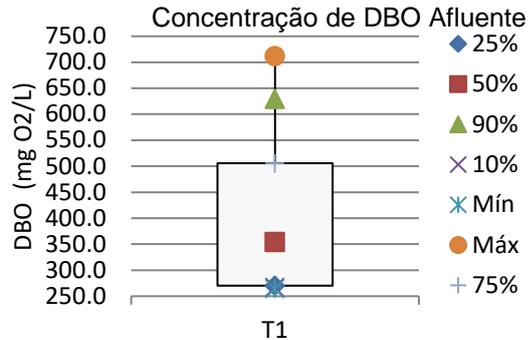
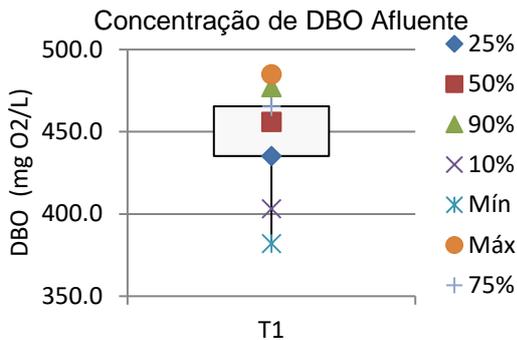
**Figura 10: Turbidez do Afluente dos Módulos 3 e 4**



**Figura 11: Turbidez dos efluentes dos Módulo 1 e 2** **Figura 12: Turbidez dos efluentes dos Módulo 3 e 4**

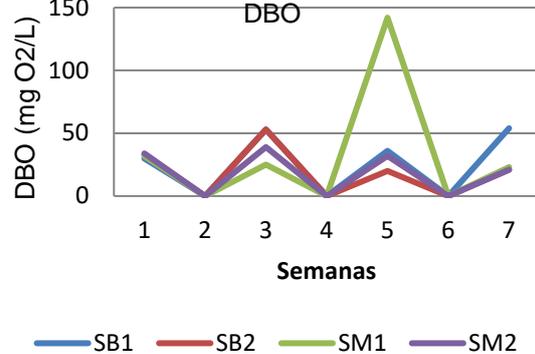
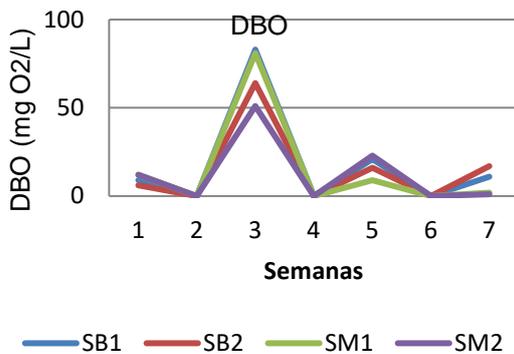
Para os Módulos de Filtração 1 e 2 a concentração média de DBO afluente foi de  $445 \pm 44 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , a concentração média de DBO para o SB1 foi de  $43,1 \pm 12,1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 90,3%, para o SB2 foi de  $31,7 \pm 15,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 92,9%, para o SM1 foi de  $37,1 \pm 22,3 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 91,6%, e para o SM2 foi de  $27,5 \pm 10,8 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 93,8%.

Nos Módulos de Filtração 3 e 4, a concentração média de DBO para o SB1 foi de  $31 \pm 35,3 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 92,9%, para o SB2 foi de  $26 \pm 26,1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 94%, para o SM1 foi de  $26 \pm 36,9 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 94%, e para o SM2 foi de  $22 \pm 21,6 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 95%. As Figuras 11 a 14 ilustram os valores de do afluente e efluentes dos reatores. As Figuras 13 a 16 ilustram os valores de DBO do afluente e efluentes dos reatores.



**Figura 13: DBO do Afluente dos Módulos 1 e 2**

**Figura 14: DBO do Afluente dos Módulos 3 e 4**



**Figura 15: DBO dos efluentes dos Módulos 1 e 2**

**Figura 16: DBO dos efluentes dos Módulos 3 e 4**

Para os Módulos de Filtração 1 e 2 a concentração média de DQO afluente foi de  $984,3 \pm 467,7 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , a concentração média de DQO para o SB1 foi de  $129,6 \pm 55,5 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 86,8%, para o SB2 foi de  $118,1 \pm 44,24 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 88%, para o SM1 foi de  $99,9 \pm 64,8 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 89,9%, e para o SM2 foi de  $79,1 \pm 32,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 92%.

Nos Módulos de Filtração 3 e 4, a concentração média de DQO afluente foi de  $129,3 \pm 364,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , para o SB1 foi de  $107 \pm 26,1 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 91,6%, para o SB2 foi de  $95,1 \pm 24,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 92,5%, para o SM1 foi de  $80 \pm 19,4 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 93,7%, e para o SM2 foi de  $74,4 \pm 24 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , obtendo-se eficiência de remoção média de 94,1%. As Figuras 17 a 20 ilustram os valores de DBO do afluente e efluentes dos reatores.

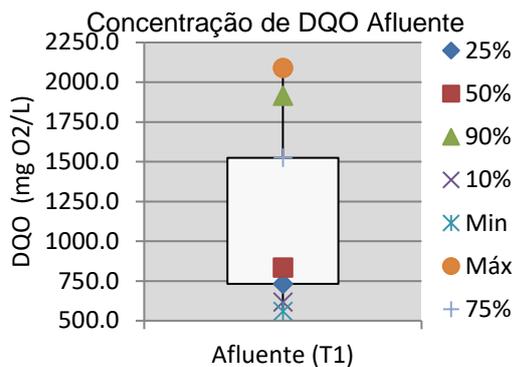


Figura 17: DQO do Afluente dos Módulos 1 e 2

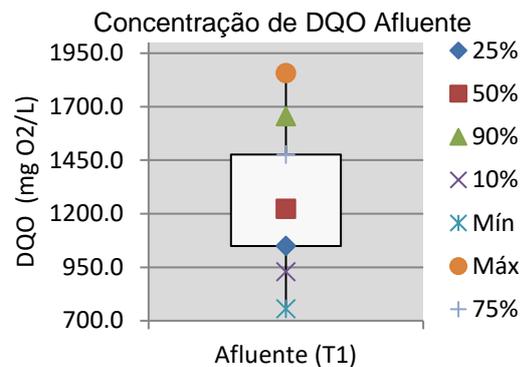


Figura 18: DQO do Afluente dos Módulos 3 e 4

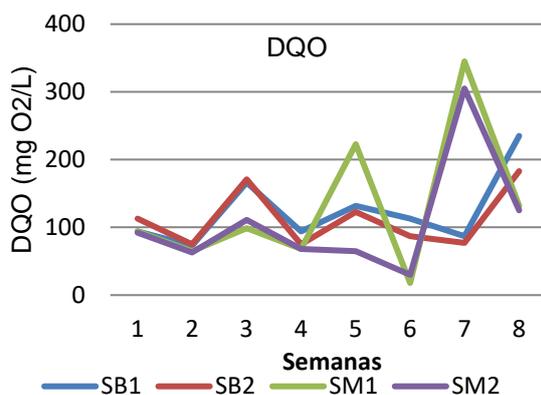


Figura 19: DQO dos efluentes dos Módulos 1 e 2

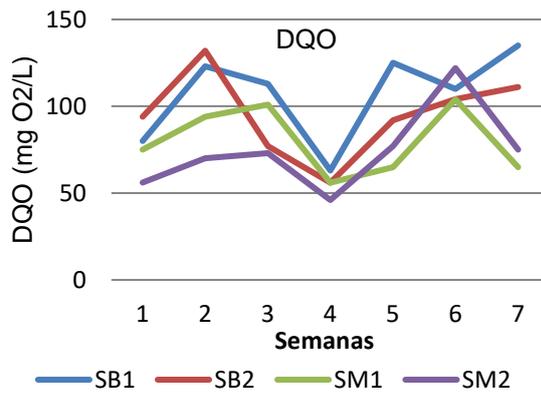


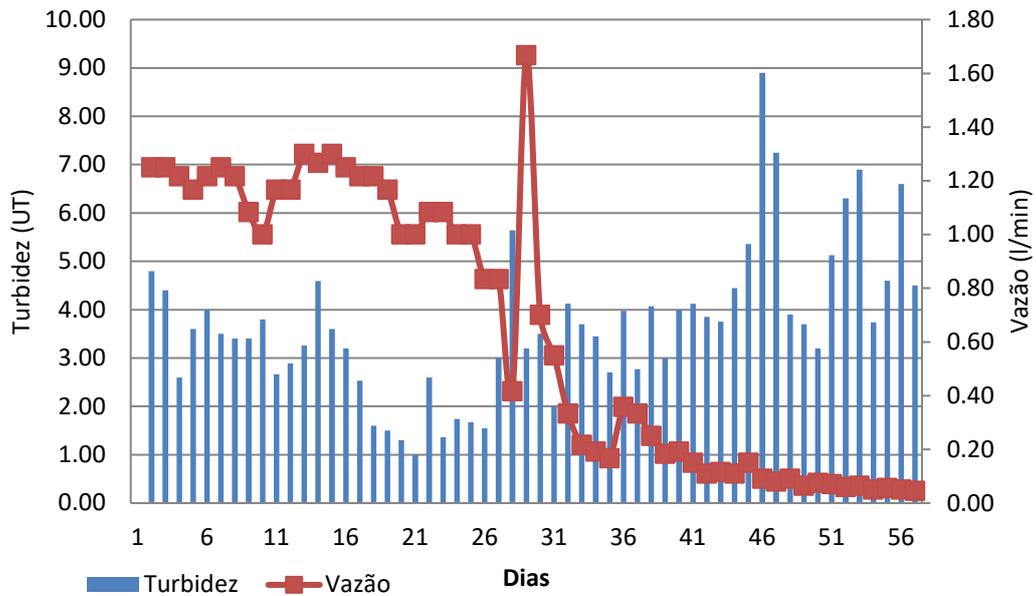
Figura 20: DQO dos efluentes dos Módulos 3 e 4

## COLMATAÇÃO

Quando os módulos de filtração perdem sua capacidade de filtração, mesmo operando com as bombas peristálticas em sua capacidade máxima, é realizado um procedimento denominado neste estudo de Teste de Colmatação. O experimento consiste na análise do comportamento do módulo de filtração após uma limpeza manual, para verificar a sua capacidade de recuperação. Primeiramente, é realizado uma coleta de permeado para verificação da turbidez e da vazão de filtração. Após esta etapa, o módulo de filtração é submerso no para realização da limpeza. Durante o presente estudo foram realizadas diversas teste. Nas Figuras 19 a 22 são ilustradas a relação de vazão (l/min) entre a turbidez (UT), onde é possível verificar o comportamento dos reatores.

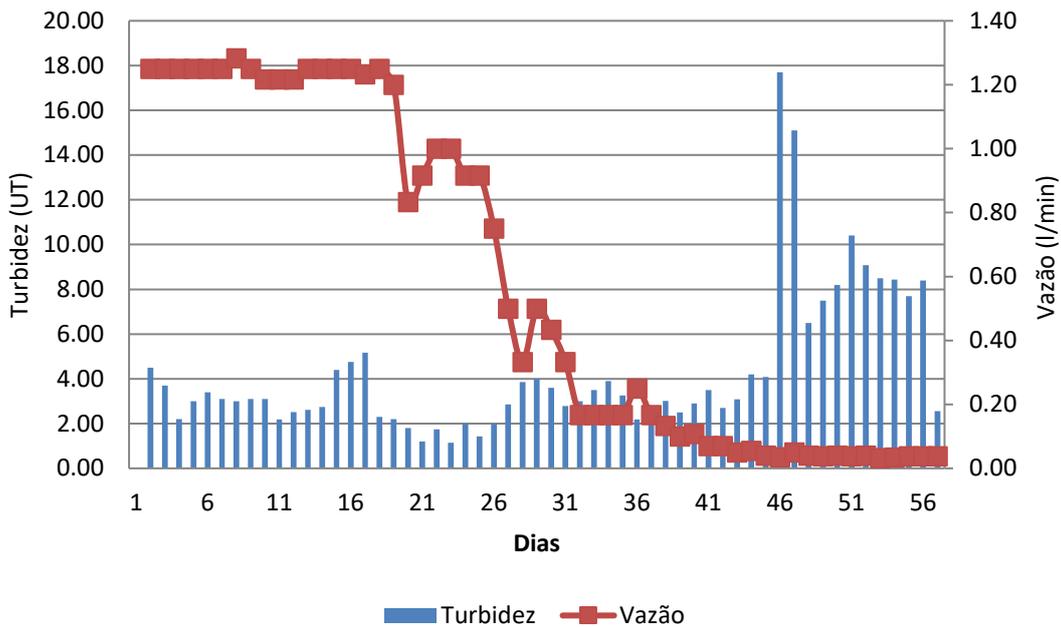
De acordo com as Figuras 21 e 22 é possível verificar que nos 20º, 28º, 35º e 45º dias de operação dos Módulos de Filtração 1 e 2 foram realizadas as limpezas manuais.

**Relação entre Turbidez e Vazão SM1**



**Figura 21: Relação de Vazão e Turbidez do Módulo de Filtração 1**

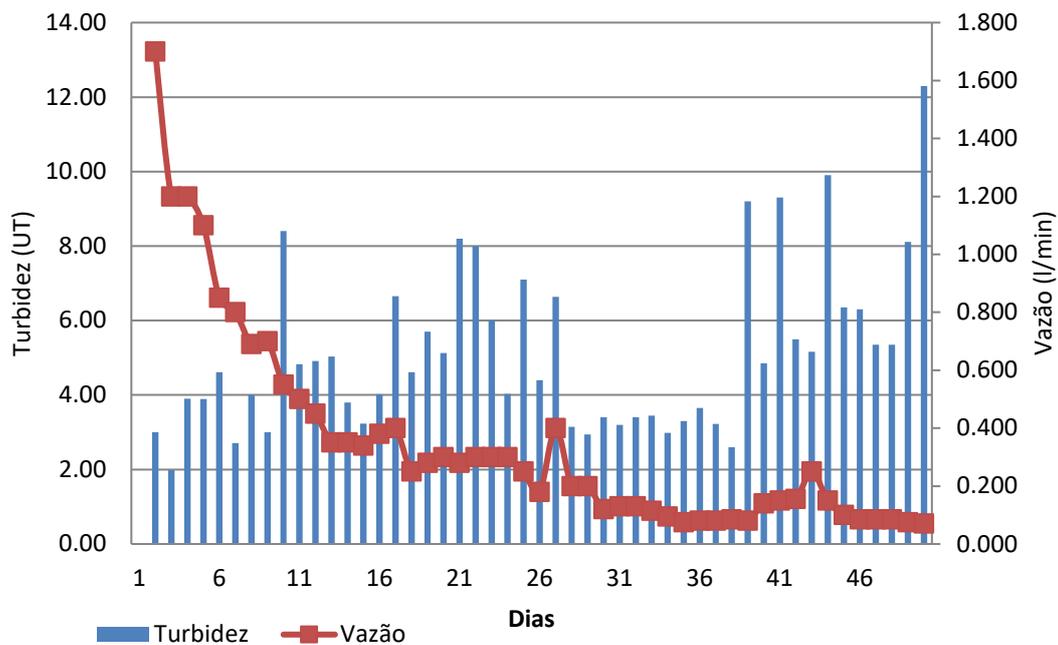
**Relação entre Turbidez e Vazão SM2**



**Figura 22: Relação de Vazão e Turbidez do Módulo de Filtração 2**

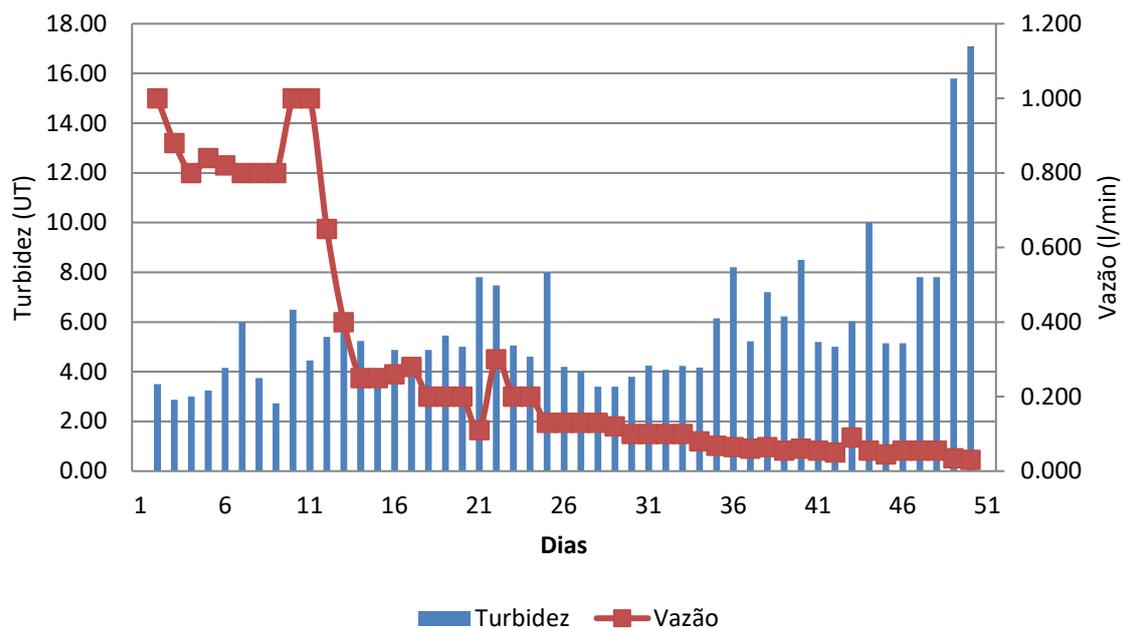
Nas Figuras 23 e 24 são verificados que nos 17º, 27º, 39º e 43º dias de operação dos Módulos de Filtração 3 e 4 foram realizadas as limpezas manuais.

### Relação entre Turbidez e Vazão SM1



**Figura 23: Relação de Vazão e Turbidez do Módulo de Filtração 3**

### Relação entre Turbidez e Vazão SM2



**Figura 24: Relação de Vazão e Turbidez do Módulo de Filtração 4**

O peso dos Módulos de Filtração após a operação foram analisados para verificação da quantidade em massa de sólidos retida. O Módulo de Filtração 1 (SM1 0c 25dias) reteve 98g de sólidos e o Módulo de Filtração 2 (SM2 0c 40 dias) reteve 96 de sólidos. Já o Módulo de Filtração 3 (SM1 0c 25dias) reteve 649,2 g de sólidos e o Módulo de Filtração 4 (SM4 0c 40 dias) 575,6 g de sólidos.

Contudo de acordo com os resultados analisados é possível acreditar que o espaçador de Geomanta Tridimensional utilizado para construção dos Módulos de Filtração 3 e 4 impeçam que ocorra o desprendimento de sólidos agregados ao módulo, dificultando sua capacidade de recuperação.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Ao operar o sistema como com as mesmas condições nos reatores nas duas configurações dos módulos de filtrações, foi possível constatar que os reatores que utilizaram os módulos de filtrações em comparação aos de controles apresentaram desempenho melhores em termos de eficiência na remoção da matéria orgânica e turbidez;

Com relação ao espaçador foi possível constatar a influência no desempenho do módulo de filtração em termos de eficiência e operação. Os Módulos de Filtração 3 e 4 apresentaram melhores desempenhos na remoção de matéria orgânica, entretanto, foram o que obtiveram a capacidade de filtração menor, em comparação ao período de operação, tal fato, pode ser devido à maior quantidade de sólidos retida em seu interior;

Em relação à idade do lodo ( $\theta_c$ ) os reatores com  $\theta_c$  de 40 dias SB2 e SM2 apresentaram desempenho melhores em termos de eficiência na remoção da matéria orgânica e turbidez;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELLI, T. J. Biorreator à membrana em batelada sequencial para a remoção de nutrientes de esgoto sanitário: desempenho do tratamento, colmatação das membranas e estratégias de otimização. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. 2015.
2. REN, X., SHON, H.K., JANG, N. *et al.* Novel membrane bioreactor (MBR) coupled with a nonwoven fabric filter for household wastewater treatment. **Water Research**, vol. 44 p. 751–760, 2010.
3. LI, W. -W. SHENG G.-P., WANG Y.-K., *et al.* Filtration behaviors and biocake formation mechanism of mesh filters used in membrane bioreactors. **Separation and Purification Technology**, vol 81, p. 472–479. 2011.
4. POOSTCHI, A. A, MEHRNIA, M. R., REZVANI F., *et al.* Low-cost monofilament mesh filter used in membrane bioreactor process: Filtration characteristics and resistance analysis. **Desalination**, vol. 286 p. 429-435, 2012.
5. ZHAO F., CHEN H, . XUE, G *et al.* Three dimensional woven fabrics as filter media in membrane bioreactor for wastewater treatment. **Journal of Materials Science**. vol. 48 p. 7869-7874, 2013.
6. HUTTEN, I. M. Introduction to Nonwoven Filter Media, In:\_\_\_\_\_ **Handbook of Nonwoven Filter Media**. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2007 cap. 1, p. 1-28
7. PEREIRA, R. U. H. Proposição de metodologia para determinação de parâmetros de projeto e operação de reatores biológicos de lodos ativados por batelada. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Departamento de Saneamento e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 1996.
8. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (APHA; AWWA; WEF). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p. 2012.