

II-557 - SUBSTITUIÇÃO DAS MEMBRANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO DE MBRs POR FILTROS EM MANTA SINTÉTICA NO TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Matheus Mussi Rodrigues ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela (UFMS)

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 Associado do Departamento de Saneamento e Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC/Unicamp)

Natalia Cedran Bergamini

Engenheira Ambiental pelas Faculdades Adamantinenses Integradas (FAI). Mestre em Saneamento e Ambiente pela Faculdade de Engenharia Civil (FEC/UNICAMP).

Oder Luiz de Sousa Junior

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

Endereço ⁽¹⁾: Rua Saturnino de Brito, 224 - Campinas – SP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP: 13083-889, Caixa Postal 6143, Departamento de Saneamento e Ambiente, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Tel: (19) 3521-2305 - e-mail: mmussi88@hotmail.com

RESUMO

Com a evolução da legislação ambiental face à descarga de efluentes sanitários e ou industriais que contêm matéria orgânica e nutrientes, destinados as estações de tratamento sobrecarregadas, deficientes e sem disponibilidade de espaço físico para ampliação o fazem com que seja necessária uma avaliação das tecnologias de tratamento disponíveis, diversas tecnologias de tratamento vêm sendo desenvolvidas, utilizando processos biológicos. Assim sendo, o presente estudo visa construir e testar filtros que empreguem mantas sintéticas largamente disponíveis no mercado como elemento de retenção da biomassa em reator piloto de lodos ativados de aeração prolongada em fluxo contínuo, utilizando-se como substrato, esgoto sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Lodos Ativados, Biorreator com Membrana Submersa, Manta Sintética, Aeração Prolongada.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por tecnologias, o aumento de controle e fiscalização dos órgãos executivos do Governo, e a necessidade de economia no consumo de água fazem com que os sistemas de tratamento de efluentes em indústrias e comunidades estejam cada vez mais presentes.

Antigamente, era de consenso que as estações de tratamento de esgotos seriam projetadas apenas para diminuir a concentração de impurezas no mesmo, descartando-o, após o tratamento, no meio ambiente. Porém, devido à baixa disponibilidade de água nos dias de hoje, boa parte dos processos utilizados têm como principal objetivo retornar o efluente tratado ao sistema de água, praticando o reuso do mesmo.

Nesse sentido, uma técnica razoavelmente recente e que ainda está sendo otimizada é a de Biorreator à Membrana (MBR), a qual consiste na associação da tecnologia de separação por membranas com o processo convencional de lodos ativados. A grande vantagem dessa técnica é a baixa necessidade de espaço físico, uma vez que a mesma isenta a necessidade de decantadores secundários ao processo de lodos ativados, tornando-se uma estação compacta.

A capacidade de tratar efluente, doméstico ou industrial, com eficiência satisfatória com intervenções relativamente simples em sistemas convencionais existentes são os principais atrativos desta tecnologia, uma vez que, a níveis municipais e em zonas altamente habitadas, a escassez de espaço torna-se uma variável de grande importância para as tomadas de decisões durante a fase de projeto.

Apesar dessas vantagens, o biorreator à membrana é uma tecnologia que consome uma grande quantidade de energia elétrica, devido à necessidade de aumento de pressão dos módulos de filtração, como também do alto custo das membranas filtrantes, as quais sofrem rotineiramente incrustações.

Sendo assim, esse trabalho propõe estudo inicial de alternativa que visa diminuir suas desvantagens. Com a substituição dos módulos de filtração com membranas submersas por filtros revestidos com manta sintética largamente disponíveis no mercado como elemento de retenção da biomassa em reator piloto de lodos ativados de aeração prolongada em fluxo contínuo, utilizando-se como substrato, esgoto sanitário. Para isso, houve avaliação do desempenho do sistema quanto à remoção de matéria orgânica carbonácea, sólidos, turbidez e duração da carreira de filtração variando-se o tipo de manta filtrante e geometria do filtro. A continuidade do trabalho permitirá a comparação entre custos operacionais e de implantação com as modalidades concorrentes, convencional, provida de decantador secundário e, a modalidade que emprega membranas de ultrafiltração (MBR).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em instalação piloto alimentada com esgoto sanitário gerado em campus universitário, cujo setor é fortemente influenciado pela presença área hospitalar de grande porte para atendimento da população local e de cidades vizinhas.

O reator biológico foi construído com placas de polipropileno com 1,0 m de comprimento, 0,42 m de largura, e 0,82 de altura, com um volume útil de 192,2 L, e é composto de 3 compartimentos conforme ilustra as Figura 1, sendo dois tanques de aeração interligados em série e uma caixa coletora do extravasor, ou de saída da fase filtrada por bombeamento a jusante do filtro, proporcionada pela presença externa de bomba peristáltica. A aeração foi proporcionada por um compressor de ar e dois difusores de mangueira microperfurada expansível instalados no fundo dos compartimentos de aeração.

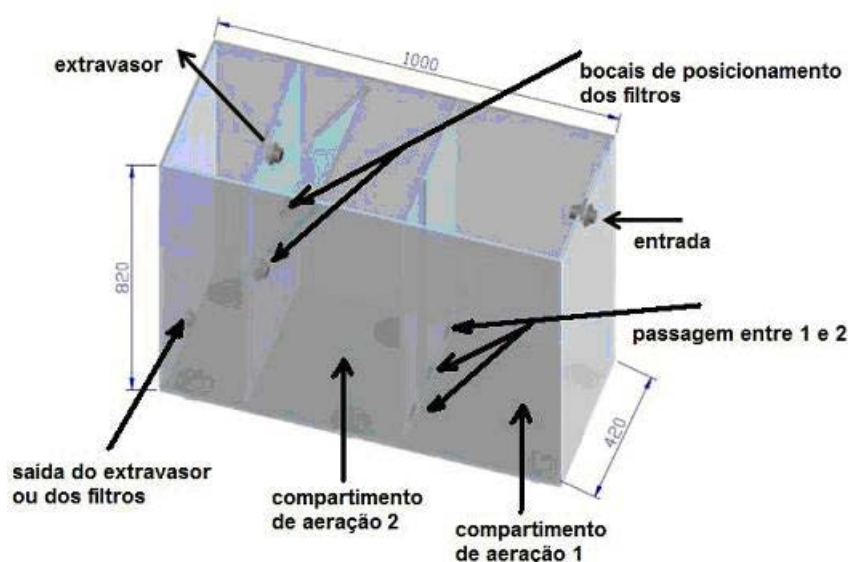


Figura 1: Vista geral em perspectiva do reator de lodos ativados

Numa etapa operacional 1, foi testada a filtração dos esgotos tratados por gravidade, sem sucesso, decorrente da perda de carga proporcionada pela filtração nas mantas utilizadas e excessiva variação do nível de água nos tanques de aeração, proporcionando ocorrências de transbordamento e dificuldades de manutenção da

concentração de sólidos suspensos no tanque de aeração e, até mesmo do tempo de detenção hidráulica (TDH). Numa segunda etapa operacional 2, optou-se pela sucção da saída dos filtros com o uso de bomba peristáltica, com vazão ajustada para manutenção de TDH compatíveis com uma operação de lodos ativados na modalidade de aeração prolongada. Nessa situação, a alimentação dos tanques de aeração foi feita com o auxílio de válvula tipo bóia de caixa d'água, proporcionando uma vazão de entrada idêntica à de saída, dessa forma, mantendo-se o nível operacional dos tanques de aeração constante.

O esgoto bruto era recalcado até reservatório elevado externo, passando por gravidade ao setor interno onde foi montada a instalação conforme mostra a Figura 2. Após alimentação de reservatório (ponto 1) provido de bóia tipo caixa de água para manutenção do nível, a entrada ao tanque de aeração de duplo compartimento (pontos 2 e 3) era feita por gravidade, seguindo até os bocais de posicionamento dos filtros (funcionamento alternado), cujo funcionamento era garantido pela imposição de vácuo proporcionado por bomba peristáltica. A homogeneização e aeração do volume contido nos dois compartimentos do reator de lodos ativados de aeração prolongada era garantido por insuflação de microbolhas de ar por difusores tipo membrana elástica microperfurada instaladas no fundo. O fornecimento de ar foi feito por linha de ar comprimido provida de válvula reguladora de pressão e vazão.



Figura 2 – Fotografia da montagem experimental e pontos de amostragem.

Até o momento, foram utilizados 2 filtros, filtro 1 com uma área superficial de 245,74 cm² e filtro 2 com 364,64 cm². Foram utilizadas dois tipos de mantas, uma sintética não tecida de poliéster com as seguintes especificações: Manta 1 (M1), nome comercial POLY 100 R1 com 5 mm de espessura, gramatura de 100g/m² e densidade de 20 kg/m³. Manta 2 (M2), com geotêxtil não tecido, marca Geofort de poliéster GF8/150, permeabilidade de 0,4 cm/s e abertura de filtração de 150 µm. A Figura 3 permite observar ambos filtros utilizados.

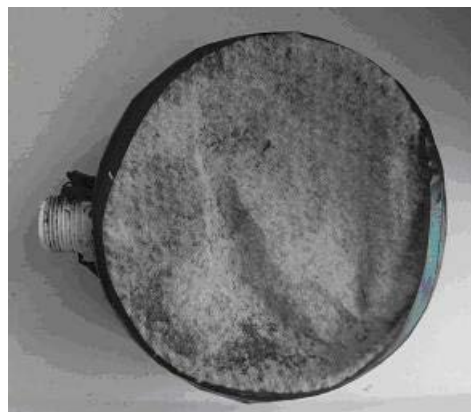
Para a determinação das características qualitativas dos afluentes e efluentes as análises de Demanda Química de Oxigênio - DQO, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Turbidez e Sólidos Totais, Voláteis e Fixos foram baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al. 2012).

Conforme pode ser observado na Figura 1, a saída do compartimento 2 de aeração é provida de dois bocais de instalação dos filtros. Dessa forma, foi possível a instalação de dois filtros idênticos, operados em alternância, interrompendo-se a operação do primeiro após uma diminuição da vazão de bombeamento em, cerca de 20 %

da fixada para a manutenção do TDH desejado, passando-se a operar com o segundo filtro. Em situações em que não era mais possível manter a vazão de filtração, os filtros eram retirados para operações de lavagem externa, ou substituição por novos.



Filtro 1



Filtro 2

Figura 3 – Fotografias de ambos filtros utilizados até o momento.

O controle da idade do lodo era proporcionado pelo descarte manual de um volume pré-determinado do contido nos tanques de aeriação sob agitação por aeriação, por exemplo, 1/40, sendo metade do compartimento 1 e metade do compartimento 2, dessa forma, retirando-se 1/40 dos sólidos totais presentes, ou seja, mantendo-se uma idade do lodo próxima de 40 dias, caso não houvesse perdas de sólidos pela saída filtrada dos esgotos tratados.

RESULTADOS

As Figuras 4 a 6, apresentam alguns dos resultados parciais obtidos para os parâmetros: DQO, DBO, turbidez, além de dados relativos ao tempo de detenção hidráulica (TDH, em horas) e tempo de retenção celular (ou idade do lodo, em dias). Tais dados representam a fase operacional final dos testes até aqui realizados, após a escolha da melhor configuração para os filtros testados. Tais testes envolveram o uso combinado dos dois filtros com as duas mantas e, dessa forma, quatro configurações distintas.

A melhor configuração dos filtros deu-se na combinação do Filtro 1 com a manta M1 (F1M1), descritos anteriormente. A Tabela 1 apresenta alguns dados do uso desse filtro, destacando-se vazões com a manta limpa, períodos entre manutenções e vazões antes e após limpezas. Verificou-se com os dados até aqui obtidos que o tempo de utilização da combinação F1M1 chegou a 109 dias, sendo efetuadas 11 manutenções ao filtro: 7 limpezas e 4 trocas. Dessa forma, faz-se necessária uma manutenção a cada 9,9 dias de operação em média. Evidentemente que, numa situação em escala real operações de limpezas ficam extremamente dificultadas ou inviáveis, havendo a necessidade de alternância de uso entre dois ou mais filtros e, até mesmo a troca.

Ainda não foi possível concluir sobre custos de tais procedimentos, porém, devido à simplicidade construtiva de tais filtros e baixos custos dos materiais utilizados e, claro, utilizando-se geometrias até aqui não testadas que permitam aumentar consideravelmente a área filtrante (p. ex.: em formato helicoidal), tal alternativa pode passar a ser competitiva comparativamente aos custos de implantação e manutenção dos sistemas MBR convencionais.

Quanto aos resultados qualitativos, não há dúvidas que podem ser comparáveis, ou até mesmo superiores, os desempenhos obtidos, quando comparados aos sistemas de lodos ativados convencionais, providos de decantadores secundários. As eficiências obtidas na remoção de DQO, DBO, turbidez e sólidos suspensos totais, no período apresentado nas Figuras foram de, respectivamente: 90; 90; 97 e 92 %. Devido a problemas com as respectivas análises, dados quanto à nitrificação não puderam ser conclusivos, porém, o comportamento de sistemas de lodos ativados de aeriação prolongada operado dessa forma, certamente atenderia à solução do problema.

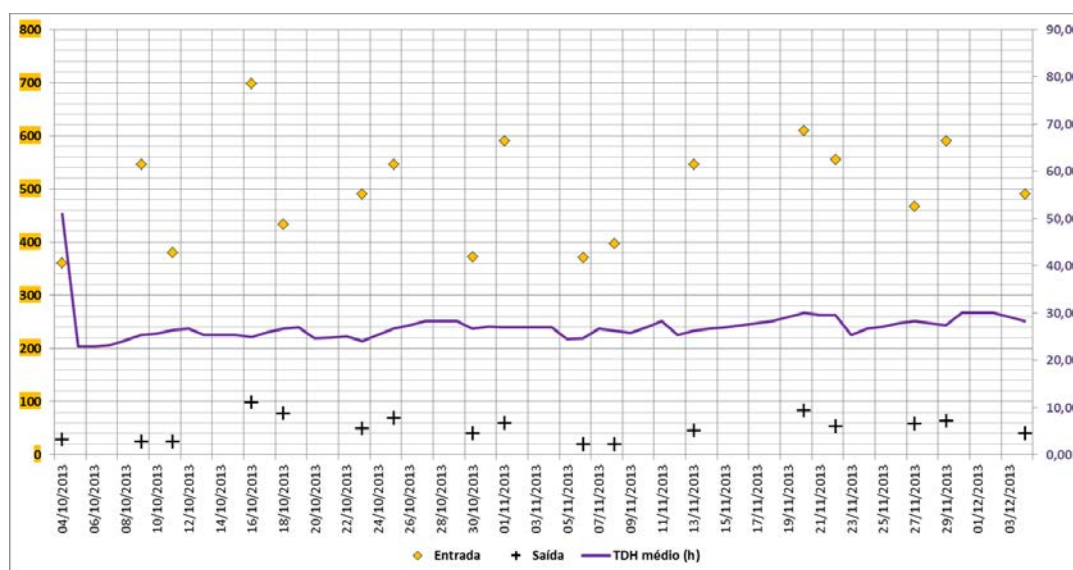


Figura 4 - DQO de entrada e saída (mg/L) e TDH (h)

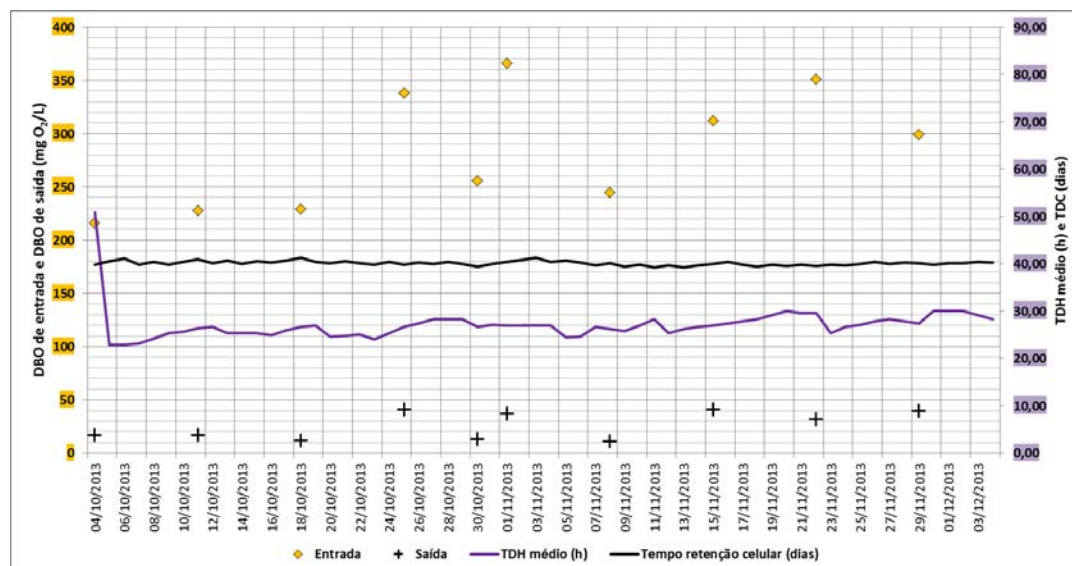


Figura 6 - - DBO de entrada e saída, TDH e tempo de retenção celular (TDC)

Na Figura 6, observam-se os dados de TDH e TDC. As flutuações no primeiro foram decorrentes de variações da vazão dos filtros em utilização, no caso, decrescentes com o período de funcionamento, como era esperado. Dessa forma, os valores obtidos foram um pouco superiores aos que estavam estabelecidos como pretensão inicial. Outra vez, comprova-se a necessidade de testes com filtros de geometria que proporcionem um ganho de área. No caso do TDC, pretendia-se manter valores entre 20 e 50 dias, conforme mencionado por MENG et al, 2009.

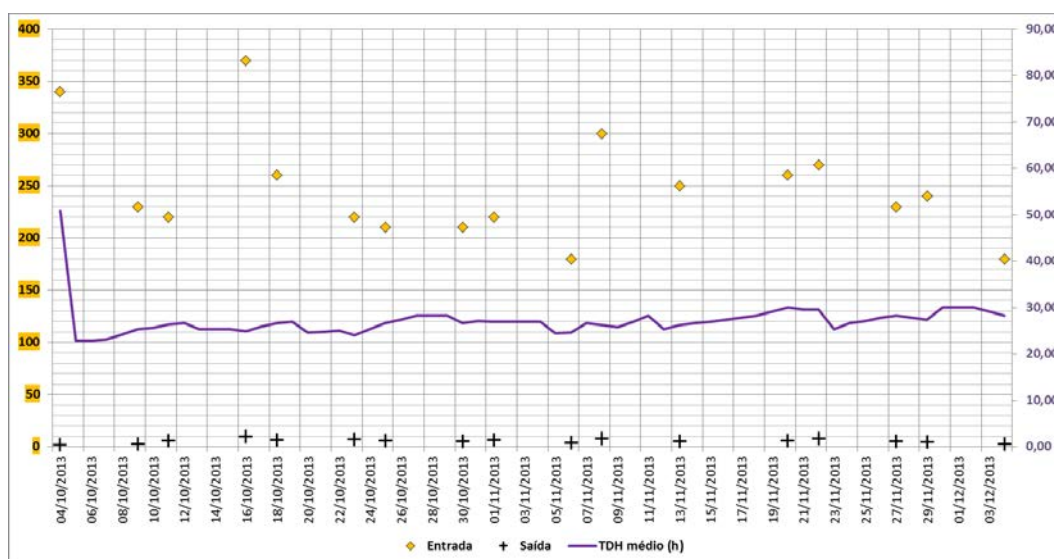


Figura 5 - Turbidez na entrada e saída (UT); TDH (h)

Tabela 1 – Manutenções efetuadas e ganhos de vazão de F1M1

Manutenção	Data	Vazão antes	Vazão depois	Ganho	Ganho
Limpeza	08/08/2013	4,8 L/s	6,4 L/s	33,3%	13,8%
	24/09/2013	6,2 L/s	6,4 L/s	3,2%	
	12/10/2013	7,2 L/s	7,6 L/s	5,6%	
	19/10/2013	6,8 L/s	8,4 L/s	31,2%	
	29/10/2013	6,8 L/s	7,2 L/s	5,9%	
	04/11/2013	6,8 L/s	7,6 L/s	11,8%	
	22/11/2013	6,4 L/s	7,6 L/s	18,8%	
Troca	22/09/2013	4,4 L/s	7,2 L/s	63,6%	41,8%
	04/10/2013	3,6 L/s	8,0 L/s	122,2%	
	22/10/2013	7,2 L/s	8,4 L/s	16,7%	
	11/11/2013	6,8 L/s	7,6 L/s	11,8%	

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A configuração F1M1, apresentou os melhores resultados dentre as geometrias e materiais filtrantes testados, porém, constatou-se a necessidade de ganho de área filtrante para viabilizar um período operacional maior que a média obtida de cerca de 10 dias entre limpezas e/ou troca de meio filtrante;

Ao operar o sistema durante alguns testes de geometria de filtros e tipos de mantas, foi possível constatar que, após o estabelecimento das condições de equilíbrio do sistema e utilização da combinação F1M1 a eficiência do sistema proporcionava uma remoção dos valores médios de DQO de 91,74%, Turbidez 97,3%, DBO 91,8%, SST 91,8%.

Ainda não foi possível obter conclusões sólidas quanto ao potencial de emprego das mantas sintéticas como filtros que possam substituir os decantadores secundários de sistemas convencionais de lodos ativados operados na modalidade de aeração prolongada, ou mesmo de membranas de ultrafiltração para tal fim (MBR), porém, pelos resultados até aqui obtidos, tal alternativa permanece amplamente viável, levando-se em consideração o relativo baixo custo do material filtrante, sua possibilidade de substituição, adaptação a geometrias ainda não testadas que aumentem a área filtrante e a duração das carreiras de filtração, possibilidade de adaptação a sistemas de lagoas aeradas para aumento da concentração da biomassa ativa, diminuição de áreas de implantação de novos sistemas de lodos ativados convencionais e diminuição de custos

de implantação e operação de sistemas que empreguem o MBR como possível solução para tratamento e reuso de esgotos sanitários e efluentes industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22^a ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p. 2012.
2. BEZERRA, L. F. MATSUMOTO, T. Evaluation of carbonaceous organic matter and nitrogen removal of wastewater in membrane bioreactor. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2011, vol.16, n.3, pp. 253-260.
3. FOCO, M. L. R. Filtro anaeróbio seguido de biofiltro aerado submerso: produção de biomassa, conversão de matéria orgânica e nitrogênio. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
4. GIACOBBO, A. Biorreator à membrana aplicado ao tratamento de efluentes. 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
5. MAESTRI, R. S. Biorreator a membrana como alternativa para o tratamento de esgotos sanitários e reuso da água. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.
6. MENG, F. et al. Recent advances in membrane bioreactors (MBRs): Membrane fouling and membrane material. 2008. Water Research. Volume 43, Issue 6, April 2009, Pages 1489–1512
7. POLLICE, A.; LAERA, G.; SATURNO, D.; GIORDANO, C. Effects of sludge retention time on the performance of a membrane bioreactor treating municipal sewage. Journal of Membrane Science, 317 (2008) 65–70.
8. SCHNEIDER, R. P.; TSUTIYA, M. T. Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. SAO PAULO: ABES, 2001. 234 P.