

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-142 - PÓS TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS ATRAVÉS DA MICROFILTRAÇÃO TANGENCIAL

Dariana Castellanos Pelegrin ⁽¹⁾

Engenheira Civil; Mestranda em Engenharia Ambiental formada pela Universidad Veracruzana, Veracruz, México. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC

Graziella Provenzi

Engenheira de Alimentos. Mestre em Engenharia de Alimentos – UFSC. Doutoranda em Engenharia Ambiental – UFSC.

Julio César Worman

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC

Flávio Rubens Lapolli

Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC

Endereço⁽¹⁾: Rua Olegário Pereira, 92 – Bairro Cachoeira do Bom Jesus. CEP88056-435 Florianópolis-SC. Fone: 0XX(48).331.9597-r:210

darianacp@yahoo.com.br

RESUMO

O processo de microfiltração tangencial com membranas está crescendo na área de tratamentos avançados. Neste trabalho foi investigado o desempenho deste sistema após um pré-tratamento biológico pelo processo de lodos ativados realizado pela Companhia Catarinense de Água e saneamento (CASAN) de Florianópolis. A membrana utilizada neste trabalho é de material cerâmico, monotubular com 7 canais e porosidade 0,2 µm. As soluções de limpeza utilizadas foram ácido nítrico (1%) e hidróxido de sódio (1%). Foram realizados ensaios variando a frequência de 20 a 60 hz e a pressão de 1 a 2 bar para escolher a velocidade tangencial de trabalho. Uma vez determinada a velocidade tangencial, iniciaram-se os ensaios avaliando-se os seguintes parâmetros: cor, turbidez, sólidos suspensos, DQO, pH, temperatura e colimetria. Obtendo-se uma qualidade do permeado satisfatória, onde houve uma diferença significativa na redução da DQO e coliformes totais e fecais. Em todos os ensaios observou-se um decaimento do fluxo do permeado ficando estável após 30 minutos de filtração. Entre cada ensaio foi realizado o procedimento de limpeza para avaliar a recuperação da capacidade de filtração da membrana, o qual demonstrou ser eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: microfiltração, tratamento terciário, efluente doméstico.

INTRODUÇÃO

A exploração de forma não racional e não científica das águas pode acarretar prejuízos volumosos. Desta forma, o seu comprometimento tem levado a pesquisas científicas abordando sua reutilização. O reuso da água é uma forma consciente de estabelecer um processo produtivo de baixo impacto ambiental que produz novas oportunidades na melhoria da gestão da qualidade buscando de forma coordenada o desenvolvimento sustentável.

O reuso planejado de águas residuárias não é um conceito novo e já é praticado há muitos anos (Schneider et al., 2001). Este comportamento deve ser cada vez mais considerado, pois a recuperação da água reduz a demanda sobre os mananciais de água bruta. Entre as alternativas existentes para viabilizar o reuso, o desenvolvimento das técnicas de separação dos materiais por membranas ganha grande destaque. As técnicas de separação por membranas apresentam as vantagens de serem operadas sem aditivos e possibilitar separação seletiva de materiais (Lapoli, 1998; Stephenson, 2000).

Os sistemas de tratamento de esgoto sanitários, em geral, resultam em bom nível de redução de carga orgânica. No entanto, somente tratamentos avançados levam a uma significativa redução bacteriológica, e a remoção de contaminantes que permitem reuso para fins mais nobres (Stephenson, 2000; Fane et al., 2000). A tecnologia de membranas já é efetiva no tratamento de águas para abastecimento e contribui para resolver problemas de ordem sanitários ligados aos esgotos. Ainda, essa técnica de tratamento evita a geração de subprodutos tóxicos, como os trihalometanos, pela interação de moléculas não biodegradáveis com oxidantes clorados (Halbert et al., 1997; Lapoli, 1998; Aptel et al., 2002).

O aumento de escala e contínuo aprimoramento dos sistemas de membranas são fatores importantes que viabilizam a construção de sistemas em escalas sempre maiores, tanto que hoje, em países desenvolvidos, sistemas de membranas estão sendo projetados para substituir sistemas convencionais de tratamento de água em grandes escalas (7,0 m³/seg). (Schneider et al., 2001).

Neste trabalho, foi utilizada a tecnologia de membranas como pós-tratamento de efluentes sanitários tratados biologicamente na Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN) de Florianópolis – SC. O permeado pode apresentar melhorias nos parâmetros de qualidade com possibilidade de reuso.

O objetivo geral deste trabalho é o reuso de efluente doméstico através da tecnologia de membranas visando minimizar a falta de disponibilidade de água em um futuro próximo, como também contribuir para o desenvolvimento sustentável dentro de um processo produtivo de baixo impacto ambiental.

Os objetivos específicos são desenvolver, estudar e testar novas técnicas e equipamentos para pós-tratamento de esgotos, assim como o comportamento hidrodinâmico do equipamento e as características do efluente antes e depois da filtração.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema em escala piloto foi instalado na Estação de Tratamento de Esgoto Insular, que trata esgoto da parte central da cidade de Florianópolis. A estação de tratamento do tipo lodos ativados (aeração prolongada), está sob operação da Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN). A duração dos ensaios foi por um

período de três meses. O efluente tratado por este processo foi direcionado à unidade de microfiltração. Esta unidade compreende um reator com capacidade para 75 litros, uma membrana cerâmica ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), monotubular com 7 canais, 1m de comprimento, porosidade 0,2 μm e 0,176 m² de área superficial e 3,52.10⁻⁴ m² de área de furos. O sistema foi operado em batelada por filtração tangencial. O esquema da unidade de microfiltração está apresentado na figura (1). Os ensaios foram realizados à temperatura média de 30°C. O reservatório foi preenchido com efluente tratado, a filtração foi procedida com variações nas vazões e o concentrado retornou ao reservatório.

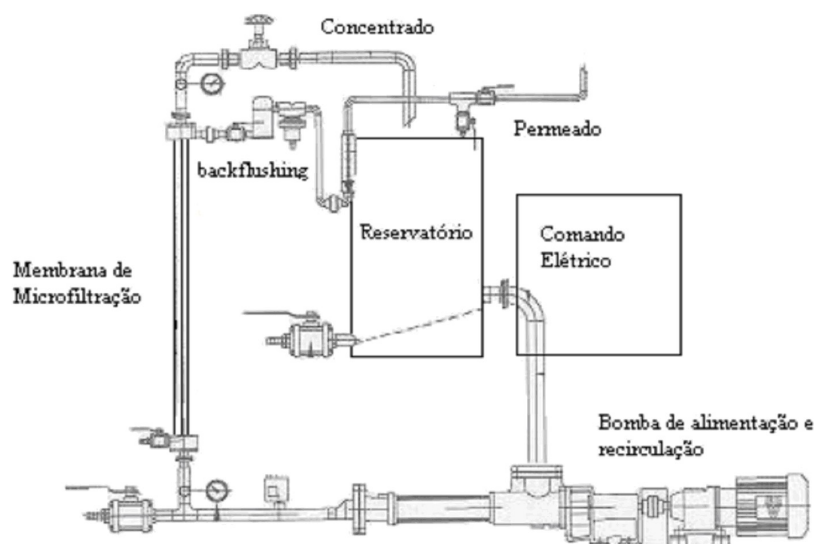


Figura 1: Esquema da unidade de microfiltração

A metodologia da limpeza foi adaptação de Fan et al (2000). A limpeza das membranas foi realizada pelo processo CIP (*clean in place*) com pressão de trabalho 1 bar. O sistema foi operado apenas com recirculação, sem permeação. O procedimento de limpeza constituiu em rinsagem com água e posterior adição da solução básica (hidróxido de sódio 1%), operando por 45 min. Após drenagem, foi seguido o mesmo processo para a solução ácida (ácido nítrico 1%). Ao fim do processo com a solução ácida, foi realizado rinsagem seguido de lavagem com água por 30 min. para total retirada das soluções químicas.

RESULTADOS

As variações nas pressões de entrada na membrana correspondentes a 1, 1.5 e 2 bar promoveram, como esperado, aumento do fluxo do permeado. Este comportamento pode indicar que a eficiência do fluxo do permeado pode ser em função das pressões do sistema, como encontrado em acordo com Fan et al (2000). A figura 2 apresenta o perfil do fluxo do permeado em função do tempo de operação do ensaio com relação às variações de pressão. A frequência dos ensaios foi mantida em 45 Hz, apresentando vazão de 3.420 L/h e velocidade tangencial de filtração 3 m/s. Nestas condições, a eficiência do fluxo do permeado atingiu melhores resultados para pressão 2 bar. Em todos os ensaios, o fluxo do permeado tornou-se estável após 30 min. de operação.

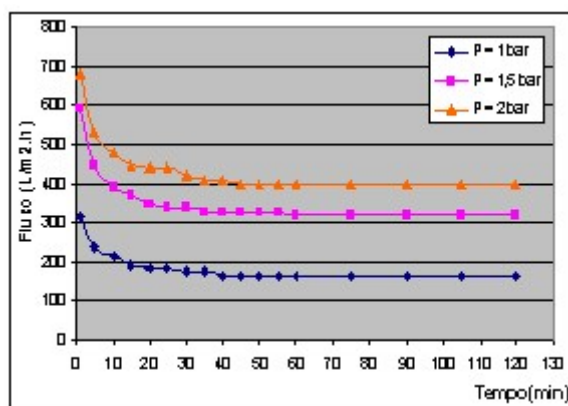


Figura 2: Perfil do fluxo do permeado.

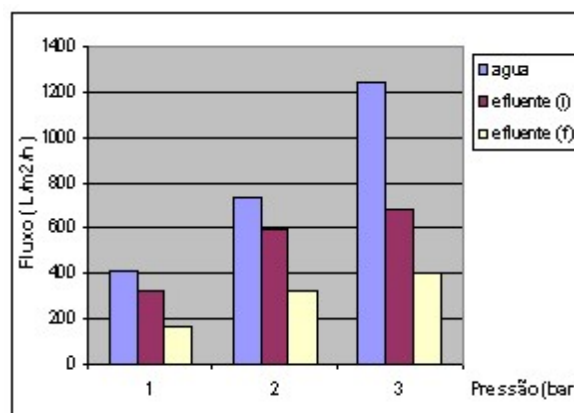


Figura 3: Fluxo do permeado.

(i): fase inicial da filtração e (f): fase final da filtração.

A figura 3 apresenta o comportamento entre o fluxo do permeado e a água de torneira em função das pressões 1; 1,5 e 2 bar. A diferença entre o fluxo do permeado e a água é maior quanto maior for a pressão exercida no sistema. Ao analisar o diferencial entre o fluxo do permeado no tempo zero e tempo final de operação, foi observado um aumento crescente em relação ao aumento da pressão do sistema. Este comportamento pode indicar que quanto maior a pressão, maior o fluxo e menor a permeabilidade.

A qualidade do permeado apresentou valores bastante satisfatórios nos parâmetros físico-químicos (tabela 1). O pH esteve com valores dentro da normalidade. O efluente tratado biologicamente por lodos ativados e o efluente microfiltrado (permeado) apresentaram DQO de 98 e 10 mg/l, respectivamente, mostrando que houve diferença significativa na redução da DQO. A turbidez do permeado foi 0,1 NTU e não foram encontrados SST no permeado. A redução de coliformes foi bastante satisfatória, aproximando-se a 100%. Conforme observado, os parâmetros de qualidade do permeado apresentaram valores semelhantes ao da água, indicando que a qualidade do permeado foi bastante satisfatória.

Tabela 1: Parâmetros de qualidade - valores médios.

Parâmetros	Água de Torneira	Efluente Tratado por Lodos Ativados	Efluente microfiltrado (permeado)
pH	6,28	6,5	6,5
SST (mg/l)	0	4	0
Turbidez (NTU)	0,15	0,62	0,10
DQO (mg/l)	10	98	10
Coliformes totais (NMP/100 ml)	0,0	$1,2 \cdot 10^5$	< 1
Coliformes fecais (NMP/100 ml)	0,0	$5,7 \cdot 10^3$	< 1
T (°C)	25	25	25

Ao comparar os resultados com Lapolli (1998) em relação ao piloto com membrana cerâmica com 0,20 µm de tamanho de poro, a microfiltração conduziu uma sensível melhora na qualidade do efluente, porém, inferior a este trabalho. A redução da DQO total do efluente foi em torno de 50% e a turbidez do permeado não excedeu a 10 NTU. A redução de coliformes totais alcançou 99,2% e para coliformes fecais 96,3%. A média dos fluxos do permeado com 4 m/s de velocidade de recirculação foi 366 L/m².h para a água de torneira e 190, 144 e 81 L/m².h para os efluentes microfiltrados à 0,25; 0,50 e 1,00 m/h.

Após o procedimento de limpeza foram realizados ensaios de microfiltração com água para verificar a eficiência da limpeza. Foi observado que a permeabilidade foi recuperada em 100%. Este resultado pode ser atribuído, provavelmente, a baixa concentração de SST do efluente de alimentação à unidade de microfiltração correspondente a 4 mg/l, como também ao curto período de operação dos ensaios, compreendido em 60 min. Por estes fatores a colmatção pode ter sido de baixa intensidade o que somado ao processo de limpeza foi possível a total recuperação da membrana.

CONCLUSÕES

A qualidade do permeado apresentou valores próximos ao da água de torneira com redução de coliformes fecais e totais aproximando-se a 100%, turbidez 0,1 NTU, ausência de SST e DQO 10 mg/l. A eficiência do fluxo do permeado atingiu melhores resultados com pressão 2 bar. O processo de limpeza da membrana foi eficiente com as soluções utilizadas, recuperando a capacidade inicial de filtração. O tratamento terciário por microfiltração a membrana cerâmica apresentou melhorias nos parâmetros de qualidade com possibilidade de reuso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APTEL, P.; MOULIN, P.; QUEMENEUR, F. Micro et Ultrafiltration: Conduite des Essais Pilotes Traitements des Eaux et Effluents. Les Cahiers du Club Français des Membranes N°2. 102p, 2002.
2. FAN, X-J; URBAIN, V.; QUIAN, Y.; MANEM, J. Ultrafiltration of Activated Sludge with Ceramic Membranes in a Cross Flow Membrane Bioreactor Process. Water Science & Technology. First World Water Congress, Vol.

- 43, N° 10-11, pp 243-250, 2000.
3. HABERT, A.C.; BORGES, C.P.; NOBREGA, R. Processos de Separação com Membranas. COPPE – UFRJ, 200p, 1997.
 4. LAPOLLI, F. R. Biofiltração e Microfiltração Tangencial para Tratamento de Esgotos. 186p. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – SP, 1998.
 5. SCHNEIDER, R.P.; TSUTIYA, M.T. Membranas Filtrantes para o Tratamento de Água, Esgoto e Água de Reuso. 1º Ed. – São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 234p, 2001.
 6. STEPHEENSON, T. et all. Membrane Bioreactors for wastewater treatment. Publishing IWA, London, 179p, 2000.