

Copyright 2014, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2014, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2014.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Aderência de micro-organismos em membranas de nanofiltração de fibra oca

Francisca P. de França^{*a}, Renata O. R. Calixto^b, Priscila M. Rocha^c, Ana C. M. Costa^d, Jane H. Fujiyama-Novak^e, Cristiano P. Borges^f

Abstract

In the past three decades, technological advances have driven the search for new technologies, including in the area of membrane separation processes (PSM). Nanofiltration (NF) is a membrane separation technique with properties intermediate between reverse osmosis and ultrafiltration, having average pores between 1/2 and 10 nm. This separation occurs according load and size of the species to be separated, and this species in solution have an effective diameter of about 1 nm and these membranes can separate multivalent ions. This work studied sea biofilm formation on hollow fiber nanofiltration membranes surface synthesized in the laboratory containing PVA/EP. The tests were carried out in static and closed system, where test membranes were submerged by sea water for 8 days. It was not used biocide or antifouling during the process. Counts of microbial groups - aerobic, anaerobic and sulfate-reducing bacteria (BRS) - were performed in seawater, at the beginning and at the end of eight days, also formed biofilm was quantified. The results showed the formation biofilm on surface of membranes tested, however, the profile of these bacterial groups had slight variation according to the ratio of PVA/EP used in the preparation of each membrane.

Keywords: biofilm, biocorrosion, nanofiltration membranes.

Resumo

Nas últimas três décadas, os avanços tecnológicos têm impulsionado a busca por novas tecnologias, inclusive na área de processos de separação por membranas (PSM). A nanofiltração (NF) é uma técnica de separação por membranas, com propriedades intermediárias entre a ultrafiltração e a osmose inversa, possuindo média de poros entre 1/2 e 10 nm. Sua separação ocorre em função da carga e do tamanho da espécie a ser separada, espécies em solução com diâmetro efetivo em torno de 1 nm além de íons multivalentes. O objetivo do trabalho foi estudar a formação de biofilme na superfície de membranas de nanofiltração de fibra oca sintetizadas em laboratório contendo PVA/EP. O trabalho foi realizado em sistema estático e fechado, onde as membranas teste ficaram submersas pela água do mar por 8 dias. Não se utilizou agente biocida ou anti-incrustante durante o processo. Contagens dos grupos microbianos – bactérias aeróbias,

^a Dr Sc., Professor – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

^b Dr Sc., Microbiologista – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

^c Mestranda - TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS/ UFRJ

^d Dr Sc., Engenheira Química – PROGRAMA DE ENGENHARIA QUÍMICA/COPPE/UFRJ

^e PHD, Engenheira Química – PROGRAMA DE ENGENHARIA QUÍMICA/COPPE/UFRJ

^f Dr Sc., Professor - PROGRAMA DE ENGENHARIA QUÍMICA/COPPE/UFRJ

anaeróbias totais e bactérias redutoras de sulfato (BRS) – foram realizadas no fluido (água do mar), e nos biofilmes formados com 8 dias de processo. Os resultados mostraram que houve a formação de biofilme nas membranas testadas, no entanto, o perfil dos grupos microbianos apresentou variações de acordo com a proporção PVA/EP utilizada na confecção de cada membrana.

Palavras-chave: biofilme, biocorrosão, membranas de nanofiltração.

Introdução

Membranas têm sido amplamente utilizadas nas indústrias petrolíferas durante a injeção de água, no entanto, um dos principais desafios dessa operação é a acumulação de materiais na superfície da membrana ou dentro dos seus poros; fenômeno conhecido como incrustação. (1). Durante a nanofiltração (NF) da água do mar o principal problema é a formação de incrustação, resultando no declínio indesejável do fluxo. Esse processo de formação de incrustação não depende apenas das propriedades da membrana, mas também do tipo de fluido, da velocidade e da pressão utilizados (2). A incrustação é causada principalmente pela adsorção de materiais orgânicos e inorgânicos na superfície da membrana utilizada (3, 4) e depende da hidrofobicidade da membrana e dos componentes de alimentação, uma vez que compostos carregados, como sais ou ácidos, sendo filtrados, afetam a carga da superfície da membrana atuando largamente nas suas interações. Os processos de repulsão eletrostática e atração são usados para explicar o declínio do fluxo e a incrustação por componentes carregados (5, 6, 7).

A incrustação biológica e seus efeitos são facilmente ocorridos através dos processos iniciais, tais como, localização da superfície pelos micro-organismos, exploração da superfície e adesão. As superfícies das membranas podem ser rapidamente enriquecidas por substâncias químicas presentes nos ambientes marinhos, permitindo a adesão e multiplicação microbiana destacando-se as bactérias, fungos e microalgas (8).

Esse trabalho teve o objetivo de observar a formação de biofilme microbiano na superfície de membranas de nanofiltração de fibra oca fabricadas em laboratório contendo PVA/EP, em diferentes concentrações incorporadas na sua camada seletiva, utilizando a água do mar *in natura*.

Metodologia

1. Inóculo

Para o procedimento foi utilizada água do mar, pois esta veicula micro-organismos aeróbios e anaeróbios incluindo as bactérias redutoras de sulfato (BRS). A coleta da amostra foi realizada na praia do Galeão, situada na Ilha do Governador, no Estado do Rio de Janeiro. Devido às variações ambientais, não existem amostras iguais, por isso a coleta foi feita de forma criteriosa e planejada para que as quantidades das amostras fossem suficientes para a realização de todos os experimentos.

2. Membranas da nanofiltração

Foram utilizados quatro tipos de membranas de nanofiltração constituídas de fibras ocas produzidas em laboratório, contendo em sua composição PVA/EP em concentrações diferentes. As membranas foram cedidas pelo Laboratório de Membranas (PAM Membranas Seletivas Ltda/COPPE).

3. Sistema operacional

A água do mar foi submetida a filtrações consecutivas em papel de filtro qualitativo e Milipore com poros de 80 μ m antes de iniciar os experimentos.

Utilizou-se sistema estático (esquema, figura 1), composto por um recipiente de vidro transparente, onde as membranas testadas ficam submersas na água do mar. O volume adicionado em cada sistema foi o de 100 ml. Esse sistema não sofreu variações de aeração e pressão, sendo submetido a temperatura ambiente que apresentou variações de 25 a 32 \pm 1 $^{\circ}$ C..

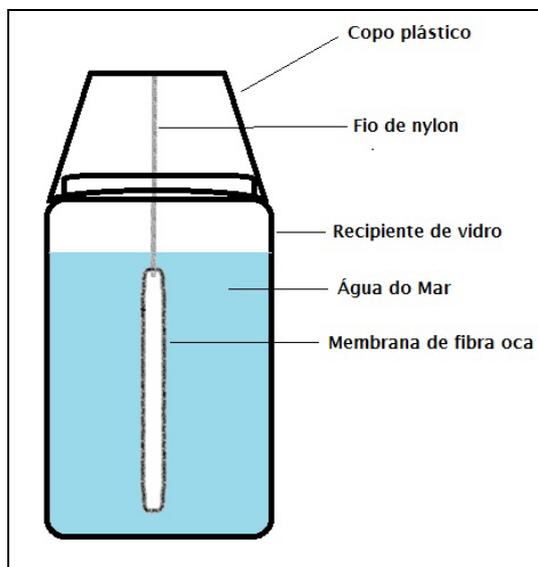


Fig.1- Esquema do sistema operacional : Teste estático

4. Quantificação microbiana

- Micro-organismos planctônicos

Os micro-organismos planctônicos foram quantificados nas amostras de água do mar utilizada no início dos experimentos, e nas amostras obtidas após o tempo operacional de oito dias.

Para a quantificação, alíquotas das respectivas amostras foram submetidas a diluições decimais e inoculadas em meios de culturas apropriadas: meio Postgate para Bactérias Redutoras de Sulfato, meio ao Tioglicotato purgado com N₂ para Bactérias Anaeróbias totais e Agar Nutriente para as Bactérias Aeróbias. Adotou-se o método do número mais provável (NMP) (9) para os micro-organismos anaeróbios e a técnica por plaqueamento (*pour plate*) para os micro-organismos aeróbios.

A incubação foi feita a 37 \pm 1 $^{\circ}$ C durante 48hs para bactérias aeróbias, 15 dias para anaeróbias totais e 15 dias para BRS (bactérias redutoras de sulfato).

- Micro-organismos sésseis

As contagens de células presentes nos biofilmes foram realizadas no final do processo. As membranas foram retiradas do sistema, lavadas com água destilada estéril para retirada dos micro-organismos não aderidos e raspadas com o auxílio de uma espátula estéril para a retirada das células presentes no biofilme. As suspensões celulares obtidas foram submetidas a diluições decimais e inoculadas em meios de culturas específicos para cada grupo microbiano, e as quantificações foram realizadas conforme as condições utilizadas para os micro-organismos planctônicos.

Resultados e discussão

A água do mar apresentou números elevados de bactérias aeróbias e anaeróbias, entretanto os números de bactérias redutoras de sulfato (BRS) foram baixos.

Nos fluidos após o tempo de contato com as diversas membranas ocorreu crescimento de micro-organismos planctônicos, entretanto, foram observadas variações nos números de bactérias principalmente em relação às anaeróbias. Convém enfatizar que os fluidos submetidos às membranas contendo maiores teores de EP apresentaram diminuições significativas dos dois grupos de micro-organismos, provavelmente, devido a atividade biocida do polímero. Nos experimentos não foi observada o crescimento de BRS planctônicos embora os mesmos estivessem presente no fluido utilizado (Figura 2).

Com relação a formação de biofilmes, pode-se observar que não houve aderência de BRS, provavelmente, devido a propriedade superficial da camada formada pelos polímeros. Filmes de polietileno apresentam excelentes propriedades de resistência formando uma barreira mecânica que protege da umidade e conseqüentemente impede a circulação do fluido para a base do biofilme. Para os demais grupos bacterianos, as condições existentes no sistema foram adequadas a aderência tanto das bactérias aeróbias como para as bactérias aneróbias totais. Chama-se atenção, mais uma vez, da atuação do EP, que apresentou diminuição de crescimento dos micro-organismes sésseis quando seu teor foi mais elevado no sistema (Figura 3).

O uso de material polimérico com propriedades antibacterianas tem sido estudado apresentando grande interesse para as áreas acadêmica e industrial. Sabe-se que uma substância com caráter antimicrobiano, seja ele, com ação bacteriostática ou bactericida, deve de alguma forma ser internalizada pela célula e assim, atuar em alguma de suas estruturas celulares, proporcionando o controle de crescimento. Alguns micro-organismos degradam o polietileno, e sua deterioração pode ocorrer pelos micro-organismos sésseis. Como o intuito do trabalho, não era testar essa ação e sim, verificar a possibilidade de impedir a adesão dos micro-organismos na superfície das membranas, não foram testadas as ações dessas substâncias, inclusive nas proporções utilizadas, diretamente no crescimento dos grupos bacterianos.

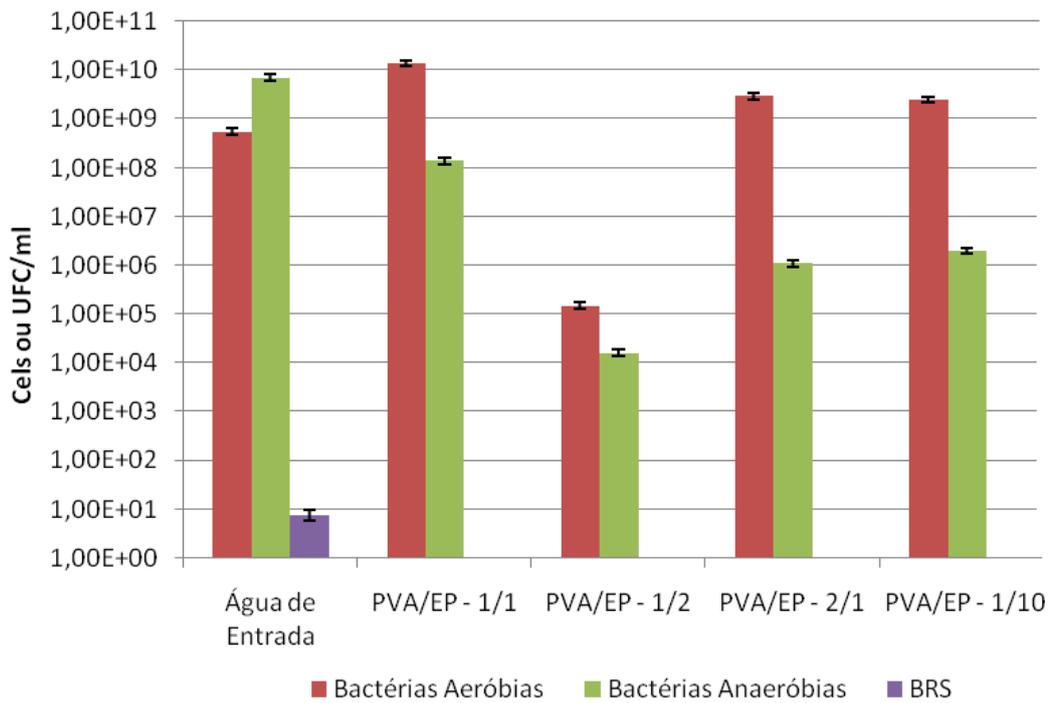


Figura 2- Micro-organismos plancônicos na água do mar no início e durante a realização do processo

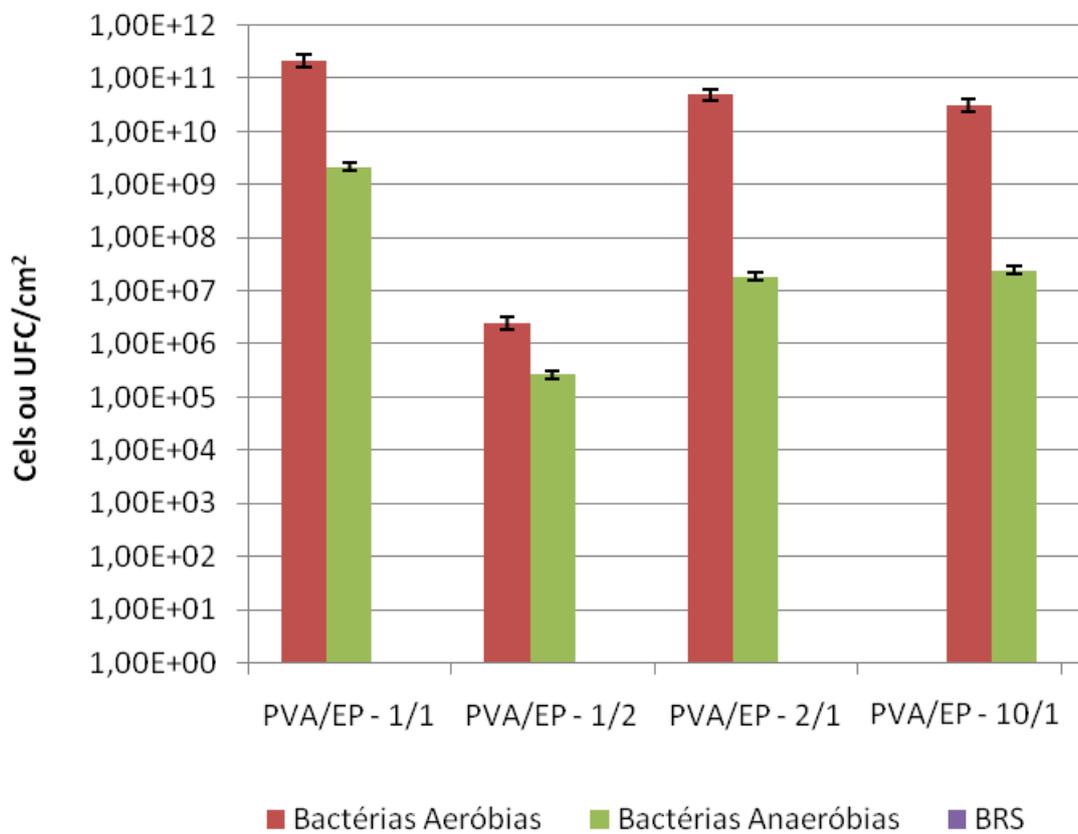


Figura 3- Micro-organismos sésseis em biofilme formado em membrana de NF

Conclusões

O trabalho permite concluir que as substâncias adicionadas às membranas não foram capazes de inibir a formação de biofilmes, entretanto, a espessura dessas estruturas variaram de acordo com a proporção dos componentes (PVA/EP). A adição de PVA/EP-1/2 diminuiu significativamente os números de micro-organismo sésseis.

Agradecimentos

Os autores agradecem CNPq e CENPES/PETROBRAS pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

- (1) Mosqueda-Jimenez, D.B; Huck, P.M & Bazu, O.D. Fouling characteristics of un ultrafiltration membrane used in drinking water treatment. *Desalination*, **2008**, *230*, 79-91.
- (2) Boussu,K.; Van der Bruggen,B.; Volodin,A.; Van Haesendonck,C.; Delcour, J.A.; Van der Meeren, P.; Vandecasteele, C. Characterization of commercial nanofiltration membranes and comparison with self-made polyethersulfone membranes. *Desalination*, **2006**, *191*, 245–253.
- (3) Van der Bruggen, B. & Vandecasteele, C. Flux decline during nanofiltration of organic components in aqueous solution. *Environ. Sci. Technol.* **2001**, *35*, 3535–3540.
- (4) Van der Bruggen, B.; Braeken, L. & Vandecasteele,C. Evaluation of parameters describing flux decline in nanofiltration of aqueous solutions containing organic compounds, *Desalination*, **2002**, *147*, 281–288.
- (5) Peng,W.H.; Escobar, I.C. & White, D.B. Effects of water chemistries and properties of membrane on the performance and fouling — a model development study. *J. Membr. Sci.* **2004**, *238*, 33–46.
- (6) Bellona, C & Drewes, J.E. The role of membrane surface charge and solute physico-chemical properties in the rejection of organic acids by NF membranes, *J. Membr. Sci.* **2005**, *249*, 227–234.
- (7) Childress, A.E. & Elimelech, M. Relating nanofiltration membrane performance to membrane charge (electrokinetic) characteristics. *Environ. Sci. Technol.* **2000**, *34*, 3710–3716.
- (8) Axel Rosenhahn, A.; Sören Schilp, S.; Hans Jürgen Kreuzer, H.J. & Michael Grunze,M. The role of inert surface chemistry in marine biofouling Prevention. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2010**, *12*, 4275-4286.

(9) Oblinger, J.L. & Koburger, J.A. Understanding and teaching the most probable number technique. J. Milk Food Technol. 1975, 38, 540-545.

* * *