

DESEMPENHO DE MEMBRANAS TUBULARES DE PEUAPM/BIOMASSA (BUCHA) NA SEPARAÇÃO DE EMULSÕES ÁGUA/ÓLEO

Pedro Ítalo Vidal de Oliveira¹, Eder Henrique Coelho Ferreira², Italo Nathan de Lira Lima², Romulo Charles Nascimento Leite², Laura Hecker de Carvalho²

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica
pedrovidalengdepetroleo@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais

RESUMO

O mundo consome anualmente bilhões de metros cúbicos de óleo mineral. Parte deste óleo é descartada em corpos de água, causando grandes danos ambientais. Consequentemente, a remoção de óleo de efluentes é um aspecto importante no controle da poluição industrial. Várias tecnologias tradicionais são utilizadas para o tratamento de efluentes industriais. Uma alternativa que tem sido difundida para o tratamento de águas residuais oleosas são processos de separação de membrana (PSM). Estimulados a resolver o problema da poluição da água por fluidos oleosos, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da incorporação de biomassa no desempenho das membranas tubulares de PEUAPM. Estas membranas foram sinterizadas a 200 °C durante 120 minutos. A biomassa e as membranas foram caracterizadas por MEV e MO. A permeabilidade das membranas foi determinada pelo fluxo de água e emulsão água/óleo. A seletividade das membranas foi determinada pela concentração de óleo no permeado após 30 e 60 minutos de operação. Os resultados mostram que as membranas preenchidas com biomassa têm um desempenho melhor do que as membranas não preenchidas, que indica um elevado potencial para o tratamento de águas residuais oleosas. Tais membranas se apresentam como uma alternativa econômica e eficiente para tecnologias tradicionais existentes.

Palavras-chave: membranas de PEUAPM, biomassa, bucha, seletividade, fluidos oleosos.

1. INTRODUÇÃO

Diversas são as fontes que poluem a água com óleo; desde vazamentos de navios petroleiros como o Amoco Cadiz (1978) ou o Exxon Valdez (1989), que causaram grandes catástrofes ecológicas, até atividades do dia a dia como algumas gotas de óleo de motor que caem na rua e são carregadas pela chuva para o corpo d'água mais próximo [WAELEKENS, 2010]. A poluição da água por fluidos oleosos, sendo de grande ou baixa intensidade, é extremamente nociva à vida aquática, reduzindo a penetração de luz e perturbando o

mecanismo de transferência de oxigênio com sérias consequências à flora e fauna aquáticas [SRIFAROONRAT et al., 1999]. Para resolver esta problemática, várias tecnologias são usadas para separação óleo/água. Segundo a NBR 14.063 (ABNT, 1998) a separação ocorre através de uma série de processos tradicionais, tais como: tratamento termoquímico, elétrico e químico. Nos últimos anos novas tecnologias alternativas têm sido desenvolvidas para o tratamento de efluentes industriais como micro, nano e ultrafiltração por membranas, osmose reversa, ozonização e muitas outras que

gradativamente buscam o seu lugar no mercado [WAELKENS, 2010].

A tecnologia por separação por membranas (PSM) tem sido desenvolvida para se tornar um método mais promissor, econômico e eficaz para separação óleo/água. A PSM vem sendo bastante difundida e empregada nos diversos segmentos industriais para o tratamento desses efluentes [OLIVEIRA et al., 2015]. Uma membrana é uma estrutura fina que separa duas fases, controlando seletivamente o transporte de massa entre elas [MULDER, 1991]. O material que forma a membrana e as condições de operação são os principais fatores envolvidos na separação. O preparo da membrana determina sua morfologia e é fundamental para a otimização das propriedades de transporte [HABERT et al., 1997]. Membranas produzidas a partir do polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM) por sinterização têm se destacado devido à alta resistência química e pouca polaridade desse polímero, além de permitir a obtenção de membranas microporosas [FERREIRA et al., 2015].

A utilização da biomassa seca, como adsorvente, tem sido uma nova perspectiva para o tratamento de efluentes oriundos de refinarias, adsorvendo metais pesados, óleos e outros compostos orgânicos a baixo custo, com eficiência superior à de muitos materiais

importados, empregados comercialmente. Logo é interessante verificar a combinação de biomassa com membranas tubulares de PEUAPM para aumentar a eficiência na separação óleo/água [SCHNEIDER et al., 2003]. O presente trabalho visa desenvolver uma tecnologia alternativa por membranas tubulares de PEUAPM combinadas com biomassa para separação óleo/água.

2. METODOLOGIA

2.1. Preparo das membranas (sinterização)

O polietileno de ultra alto peso molecular PEUAPM (Braskem UTEC 3041) foi peneirado em malha # 200 antes da utilização. O pó de PEUAPM foi colocado em moldes metálicos tubulares untados com desmoldante. Os moldes cheios foram submetidos a vibrações na bancada, completados com o polímero, fechados e o conjunto levado a um forno pré-aquecido a 200 °C/120 minutos. Após a sinterização, os moldes foram resfriados à temperatura ambiente e as membranas cilíndricas produzidas foram removidas, catalogadas e armazenadas para caracterizações futuras. Antes de serem acopladas ao sistema de filtração, as extremidades das membranas

foram impermeabilizadas com adesivo epóxi (araldite 24 h).

2.2. Adição da biomassa

A bucha (0,170 g) foi colocada no interior (área útil) das membranas de PEUAPM. Após a colocação da fibra foi fixada com adesivo plástico uma tela nas extremidades da membrana, evitando sua perda durante os ensaios de desempenho.

2.3. Preparo da emulsão água/óleo

Uma emulsão de 100 ppm de óleo lubrificante automotivo (Lubrax SL SAE 20W/50 - API SL) em água foi obtida mantendo-se o sistema em agitação constante a 2500 rpm/3 horas.

2.4. Caracterização

Microscopia Eletrônica de Varredura

(MEV) - As superfícies das amostras foram recobertas com ouro e analisadas em um microscópio eletrônico de varredura, Shimadzu modelo SSX-550, operando com voltagem de 15 kV. **Microscopia Ótica (MO)**

– Microscópio LEICA M750 com câmera CCD e lentes da LEICA embutidas.

Permeabilidade e Seletividade das Membranas – no que se refere ao fluxo do permeado com água destilada e emulsões água/óleo e rendimento foi analisado num sistema em escala de laboratório. O sistema

consiste de um reservatório de água com capacidade máxima para 20 litros; bomba centrífuga com vazão de 600 L/h; um reator de cobre, com vedações de silicone, para colocação da membrana polimérica em seu interior; beakers para coletar a água permeada pela membrana polimérica; uma balança digital (Marte, modelo AS2000C), um cronômetro para medir intervalo de tempo da coleta do fluxo permeado pela membrana e o tempo decorrido entre as coletas.

Determinação da concentração de óleo (Método do Clorofórmio) – Espectrofotômetro de UV – Visível (UV-VIS Spectrophotometers SHIAMDZU), com comprimento de onda de 239 nm para as concentrações de 10 e 200 mg/L.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

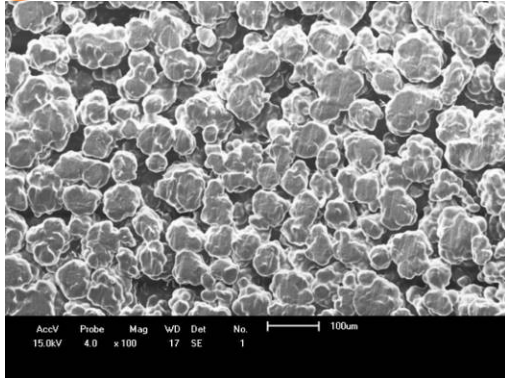
3.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 1 mostra uma vista da superfície interna da membrana de PEUAPM, antes e após a análise de fluxo de emulsão.

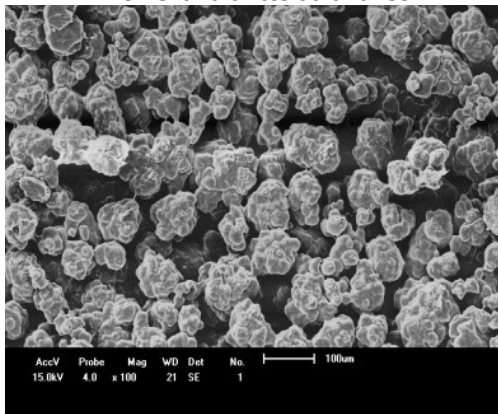


II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO



Membrana antes da análise



Membrana após análise

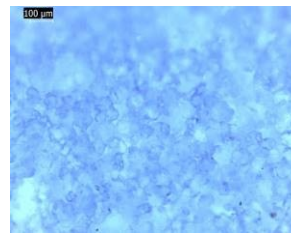
Figura 1: MEV da superfície interna da membrana de PEUAPM, antes e após a análise do fluxo de emulsão. Aproximações de 100 x.

Com a Figura 1 percebe-se que a membrana após a análise não houve alteração significativa em sua morfologia, mostrando que a mesma possui alta resistência química ao efluente oleoso utilizado, mas que, aparentemente, a pressão exercida durante a operação causou separação parcial dos grãos e aumento no tamanho médio de poros [FERREIRA et al., 2014; FERREIRA et al., 2015].

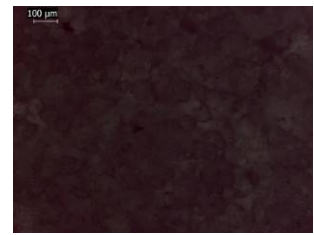
3.2. Microscopia Ótica (MO)

Na Figura 2 é apresentada uma vista da superfície interna da membrana e da superfície das fibras de epicarpo e da bucha

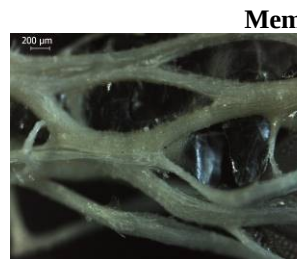
natural, antes e após a análise de fluxo de emulsão.



Antes da análise



Após análise



Membrana



Superfície da bucha

Figura 2: MO's da superfície interna da membrana e da superfície das fibras de epicarpo e da bucha natural, antes e após a análise de fluxo de emulsão.

Após a análise observou-se que a membrana se comportou de forma hidrofóbica, sorvendo óleo em sua estrutura porosa e em sua superfície, o que é confirmado pela coloração escura da micrografia [FERREIRA et al., 2015]. Quanto à bucha, verificou-se que sua superfície apresentou-se mais brilhosa após a análise, o que foi atribuído à sorção de óleo, que é capaz de refletir a luz. Segundo [SHACKELFORD, 2008], a incidência da luz sobre um material de superfície lisa e com alto índice de refração, resulta em uma alta refletância especular, dando ao material um aspecto brilhoso.

3.3. Permeabilidade e Seletividade das Membranas

As Figuras 3 e 4 ilustram respectivamente os resultados das medidas de fluxo de água destilada e de emulsão água/óleo permeados através das membranas de PEUAPM, sem e com preenchimento das fibras.

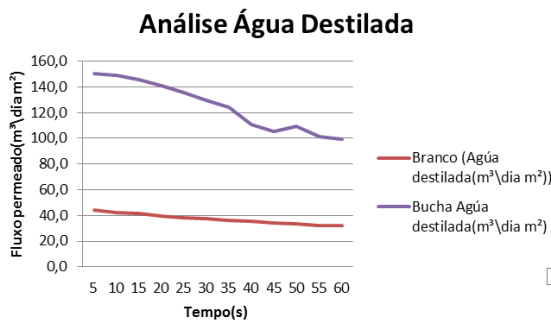


Figura 3: Representação gráfica das medidas de fluxo de água destilada através das membranas, sem e com adição das fibras.

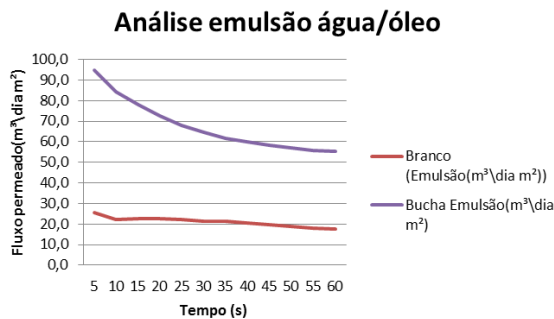


Figura 4: Representação gráfica das medidas de fluxo de emulsão água/óleo através das membranas, sem e com adição das fibras.

Os resultados indicam que tanto o fluxo de água destilada através das membranas (Figura 3) quanto o de emulsão água/óleo (Figura 4), diminuíram levemente durante os 60 minutos de avaliação. Observa-se também que a introdução da bucha causou aumento no fluxo do permeado. Tal fato é atribuído a um aumento na pressão interna causada pela

incorporação da biomassa, já que a vazão da bomba foi mantida constante. A queda no fluxo da emulsão permeada foi atribuída ao fenômeno de *fouling*, isto é, a formação de uma crosta de óleo na superfície da membrana (Figura 2), que se comporta como barreira restringindo a passagem do fluxo permeado [FERREIRA et al., 2014; FERREIRA et al., 2015].

3.4. Determinação da Concentração de óleo (Método do Clorofórmio)

As medidas das concentrações de óleo são ilustradas na Tabela 1. A concentração inicial da emulsão foi de 100 mg/L. A coleta para avaliar a concentração de óleo, após passagem de emulsão através das membranas, foi realizada em dois tempos experimentais, 30 e 60 minutos.

Tabela 1: Concentração de óleo permeado através das membranas, sem e com bucha. Os tempos de coleta das emulsões para análise de 30 e 60 minutos (Ca = 100 mg/L).

Membranas	Concentração de Óleo (mg/L)			
	30 min	R (%)	60 min	R (%)
Sem fibra	52,9	47,1	17,7	82,3
Com Bucha	6,9	94,9	5,1	93,1

R (%) - Coeficiente de rejeição

Segundo a Resolução n. 430/11 (2011) do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA [CONAMA, 2011], a concentração máxima de óleo permitida para que águas oleosas sejam descartadas é de 20 mg/L para óleos de origem mineral. A Tabela

1 mostra que durante os primeiros 30 minutos de operação, a membrana sem bucha não foi eficiente para atender a legislação, enquanto com a adição da bucha permitiu a adequação à referida norma. Para os 60 minutos de operação as três membranas avaliadas obtiveram expressiva redução na concentração de óleo, adequando-se à legislação. Essa redução pode ser atribuída ao efeito da polarização da concentração, causando a obstrução superficial e a redução do tamanho dos poros das membranas. Destacaram-se as membranas com fibra, por obterem as menores concentrações de óleo [FERREIRA et al., 2014; FERREIRA et al., 2015].

4. CONCLUSÕES

Membranas tubulares porosas de PEUAPM com morfologia e distribuição de poros relativamente homogênea foram obtidas. A adição da bucha no interior das membranas de PEUAPM promoveu um aumento significativo no fluxo do permeado e uma maior seletividade na separação de emulsões óleo/água. Tais características são fortemente desejáveis na obtenção de sistemas rápidos, eficientes e econômicos na separação de emulsões óleo/água.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes/PNPD pela bolsa concedida a Leite, ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa a Carvalho, ao CNPq pelo projeto Universal concedida a Leite e pela bolsa de iniciação científica a Oliveira, e à Braskem pela doação do PEUAPM.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WAELEKENS, B. E. *Tratamento de Efluentes Industriais Mediante a Aplicação de Argila Organofílica e Carvão Ativado Granular*, Monografia de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 2010.

Srifaroonrat, P., Julien, E., Aurelle, Y., *Journal of Membrane Science*, v. 159, p. 11-20, 1999.

OLIVEIRA, E. P., SANTELLI, R. E., CASSELA, R. J., *Direct determination of lead in produced waters from petroleum exploration by electrothermal atomic absorption spectrometry x-ray fluorescence using Ir-W permanent modifier combined with hydrofluoric acid*, *Analytica Chimica Acta*, volume 545, p. 85-89, 2005.

MULDER, M., *Basic Principles of Membranes Technology*. U. S. A: Kluwer Academic Publishers, 1-564, 1991.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

HABERT, A. C., BORGES C. P., NOBREGA, R., *Processos de Separação com Membranas*, Escola Piloto de Engenharia Química, COPPE/UFRJ-Programa de Engenharia Química, Brasil, 1997.

FERREIRA, E. H. C.; LIRA, I. N.; BELO, J.C. F. ; LEITE, R. C. N.; CARVALHO, L. H. *Avaliação de Processos Combinados (Membranas De PEUAPM/Fibra De Coco) Destinados à Separação de Emulsões Água/Óleo*. I Congresso Nacional de Petróleo e Gás Natural e Biocombustível, Campina Grande-PB, Brasil, p. 3-6, 2015.

SCHNEIDER, I.A.H.; RUBIO, J. *Plantas Aquáticas: Adsorventes Naturais para a Melhoria da Qualidade das Águas*. In XIX Prêmio Jovem Cientista - Água: Fonte de Vida, 2003.

FERREIRA, E. H. C.; PONTES JR, A. L.; GOMES, N. D. S.; LIMA, I. N. L.; LEITE, R. C. N.; CARVALHO, L. H. *Avaliação de Processos Combinados (Membranas Tubulares/Biomassa) para a Separação de Emulsões Água/Óleo*. XIV Latin American Symposium on Polymers/XII Ibero American Congresso n Polymers, Porto de Galinhas, Brazil, p. 1-4, 2014.

SHACKELFORD, J. F, *Ciência dos Materiais*, Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2008.1

CONAMA 430/11, 2011, *Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente*, CONAMA N° 430.



www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br