

Aproveitamento de membranas de osmose inversa descartadas da indústria para tratamento da purga de torres de resfriamento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Laboratório de Separação por Membranas

Maurício T. da Silva, Débora F. da Rosa, Maurício K. da Silva e Isabel C. Tessaro



1. Introdução

A crescente escassez de água doce no planeta influencia a procura por métodos de recuperação e tratamento de água em escala cada vez maior. Processos de separação por membranas ganham destaque em tratamentos de efluentes, pois reduzem consideravelmente o consumo de energia, em comparação com processos envolvendo separação térmica.

O processo de desmineralização de água utiliza membranas de osmose inversa (OI). Após 3 a 5 anos de uso, as membranas são substituídas por novas, devido à redução do seu desempenho. Esse procedimento gera uma enorme quantidade de módulos rejeitados, ocasionando um problema ambiental.

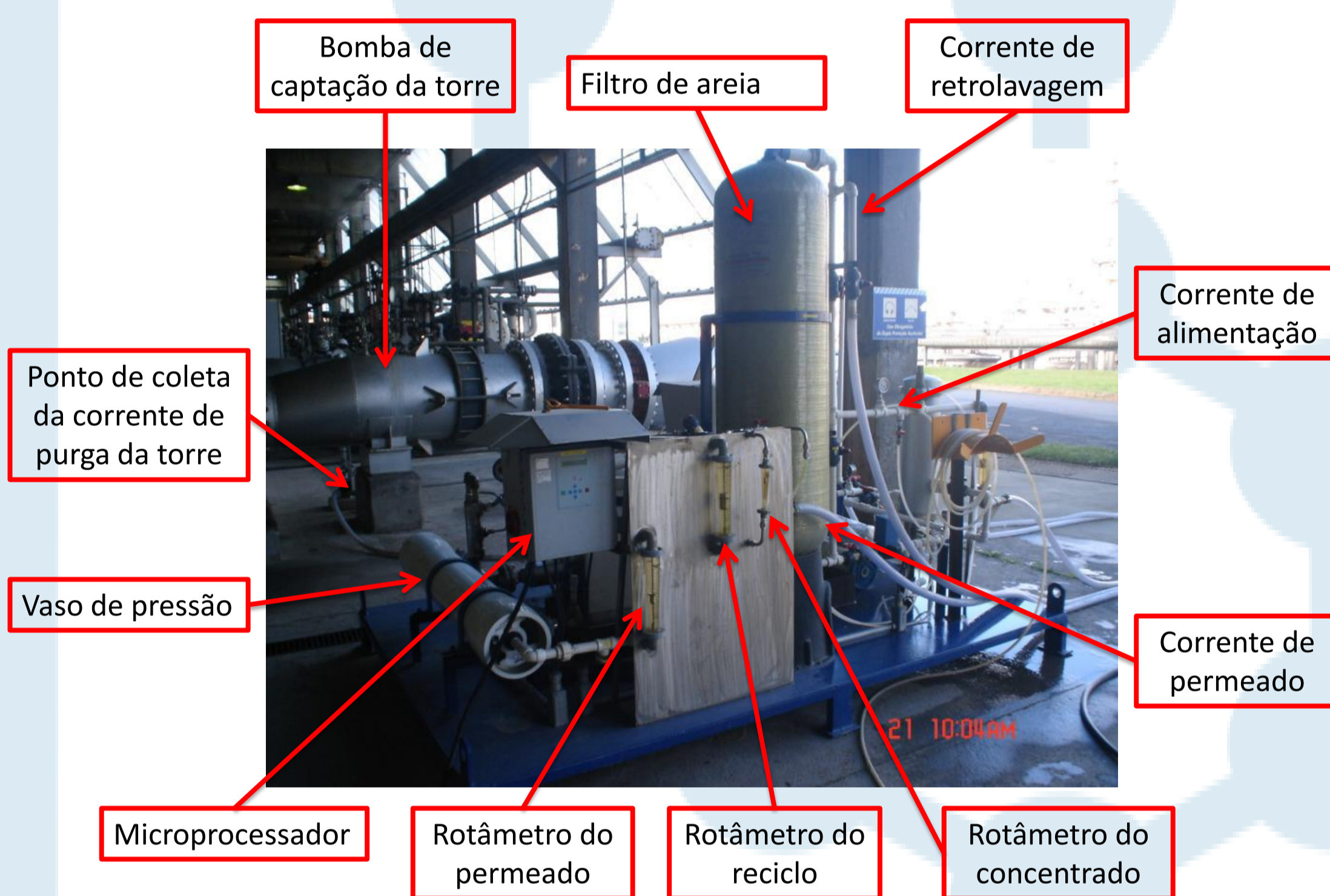
1.1 Objetivo

O objetivo desse trabalho é reutilizar esses módulos no tratamento da corrente de purga de uma torre de resfriamento, utilizando como água de reposição para esta mesma torre. Para isto, serão analisadas a influência dos seguintes parâmetros: sistema de pré-tratamento necessário, condições de limpeza e de conservação das membranas.

2. Metodologia

2.1 Unidade piloto

Os testes foram realizados em uma unidade piloto, Figura 1, localizada no setor de Utilidades da empresa Braskem UNIB 2 RS. A unidade piloto é composta por um filtro de areia e um filtro cartucho, para reter sólidos em suspensão. Além de sistemas dosadores de agente redutor de cloro livre e de agente anti-incrustante, para formação de depósitos sobre a membrana.



2.2 Definição dos parâmetros de operação

A primeira etapa dos testes foi determinar as condições de operação da planta, utilizando a água de purga da torre de resfriamento como água de alimentação. Foram testadas pressões entre 9 e 11 kgf.cm⁻² e vazões entre 14 e 18 gpm.

A purga da torre, ao entrar na planta, passa pelo filtro de areia, seguindo para o filtro cartucho, que constituem o sistema de pré-tratamento da planta, sendo dosados tripol e metabissulfito de sódio. Por fim, a purga da torre passa pelo vaso de pressão, onde está localizado o módulo de membrana de OI. Os parâmetros monitorados durante os testes foram: fluxo de permeado e retenção salina.

2.3 Limpeza química do módulo de OI

Nesta etapa foi investigada a influência da limpeza dos módulos conservados em diferentes condições: módulo A – sem conservação; módulo B – com conservação; e módulo C – retirado direto da unidade de OI.

Para a recuperação do fluxo permeado nos módulos de OI, foram realizadas limpezas químicas combinadas (ácido/base) com pressão de 3 kgf.cm⁻².

A limpeza ácida foi feita com ácido cítrico (C₆H₈O₇) 2%, durante 30 minutos em pH 4. Na limpeza alcalina foi usado hidróxido de sódio (NaOH) 0,5% durante 30 minutos, em pH 11.

Antes e após cada limpeza química foi feita a caracterização do módulo, utilizando água filtrada com vazão de 12 gpm e pressão de 11kgf.cm⁻².

3. Resultados e discussão

3.1 Parâmetros de operação

Conforme a Figura 2, o fluxo permeado aumenta de 16 para 18 L.m⁻².h⁻¹, quando a pressão de operação é aumentada de 9 para 10 kgf.cm⁻². Porém, não ocorre aumento do fluxo permeado médio quando a pressão varia de 10 para 11 kgf.cm⁻², pois o fluxo limite foi atingido.

Observou-se uma queda acentuada de aproximadamente 15% no fluxo permeado na pressão de 10 kgf.cm⁻², (Figura 3), enquanto que a uma pressão de 9kgf/cm² o fluxo manteve-se em torno de 17 L.m⁻².h⁻¹. Com base nesse resultado a pressão de operação foi de 9 kgf.cm⁻².

Teste com Efluente

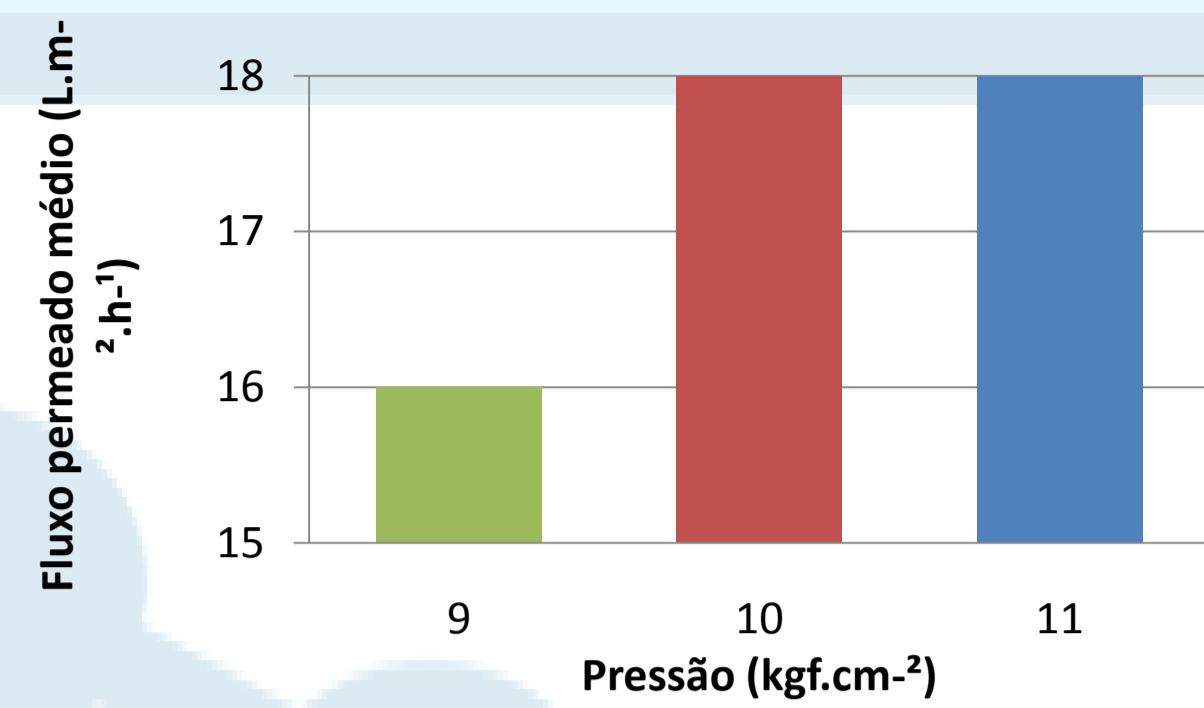


Figura 2: Gráfico comparativo do fluxo permeado médio em relação à variação da pressão.

Teste com Efluente

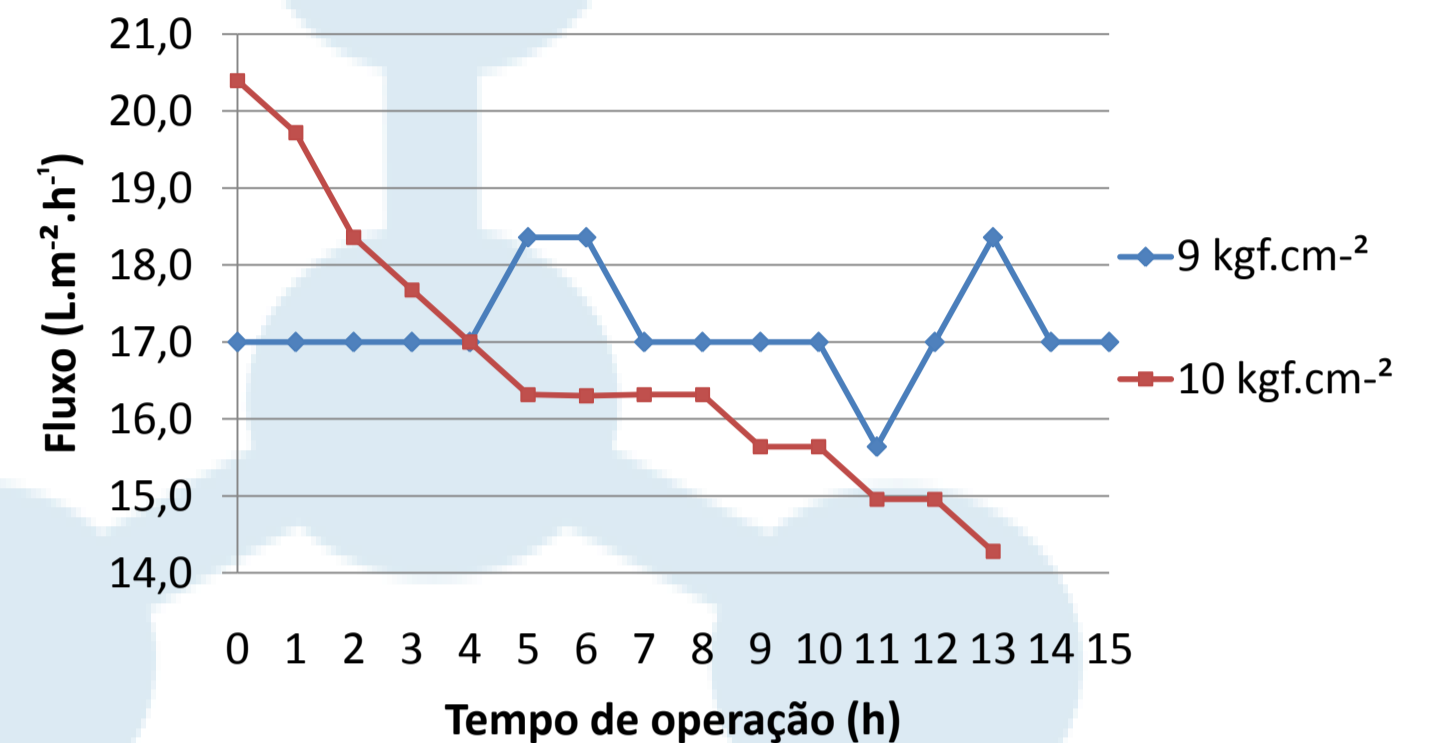


Figura 3: Gráfico comparativo do fluxo permeado médio nas pressões de 9 e 10 kgf.cm⁻².

3.2 Análise da qualidade da água

Amostras do permeado e da alimentação da membrana foram analisadas no laboratório da empresa estão resumidamente descritas a seguir. O objetivo é que a qualidade do permeado seja igual ou superior ao da água clarificada. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados da análise do permeado, alimentação da membrana e água clarificada.

Amostra	pH	Cond (uS/cm)	Turbidez (NTU)	Alcalinidade de Total	Dureza Ca (mg/L CaCO ₃)	Dureza T (mg/L CaCO ₃)	Sílica (mg SiO ₂ /L)	Ferro (mg Fe/L)	DQO (mg O ₂ /L)
Alimentação	7,3	1356	12	56	226	337	134	0,3	112
Permeado	8,1	97	0,1	5,4	1,5	1,5	28	<0,1	<5
Água Clarificada	7,4-6,6	147	21	16	20-22	36	15-19	0,1	8-16

Pode-se perceber a eficiência de retenção da membrana, comparando-se a diferença nos valores de alimentação e permeado. Observa-se, ainda, maior qualidade do efluente que sai da membrana em comparação com a água clarificada. Todos os parâmetros do efluente permeado, exceto pH e sílica, apresentaram menores valores do que a água clarificada. A variação do valor de pH encontrado, está dentro da faixa aceitável. Já o valor da sílica, igual à 28,1 SiO₂/L está um pouco acima do obtido na água clarificada. Porém, este valor ficou bem abaixo do valor de controle da torre.

3.3 Limpeza química dos módulos

Nesta etapa avaliou-se a influência da limpeza química em 3 módulos conservados de forma diferentes. Realizou-se limpeza ácida, seguida de limpeza básica. Analisando-se o gráfico, Figura 5, conclui-se a eficiência das limpezas combinadas ácido/base para recuperação de fluxo permeado.

Limpeza Química

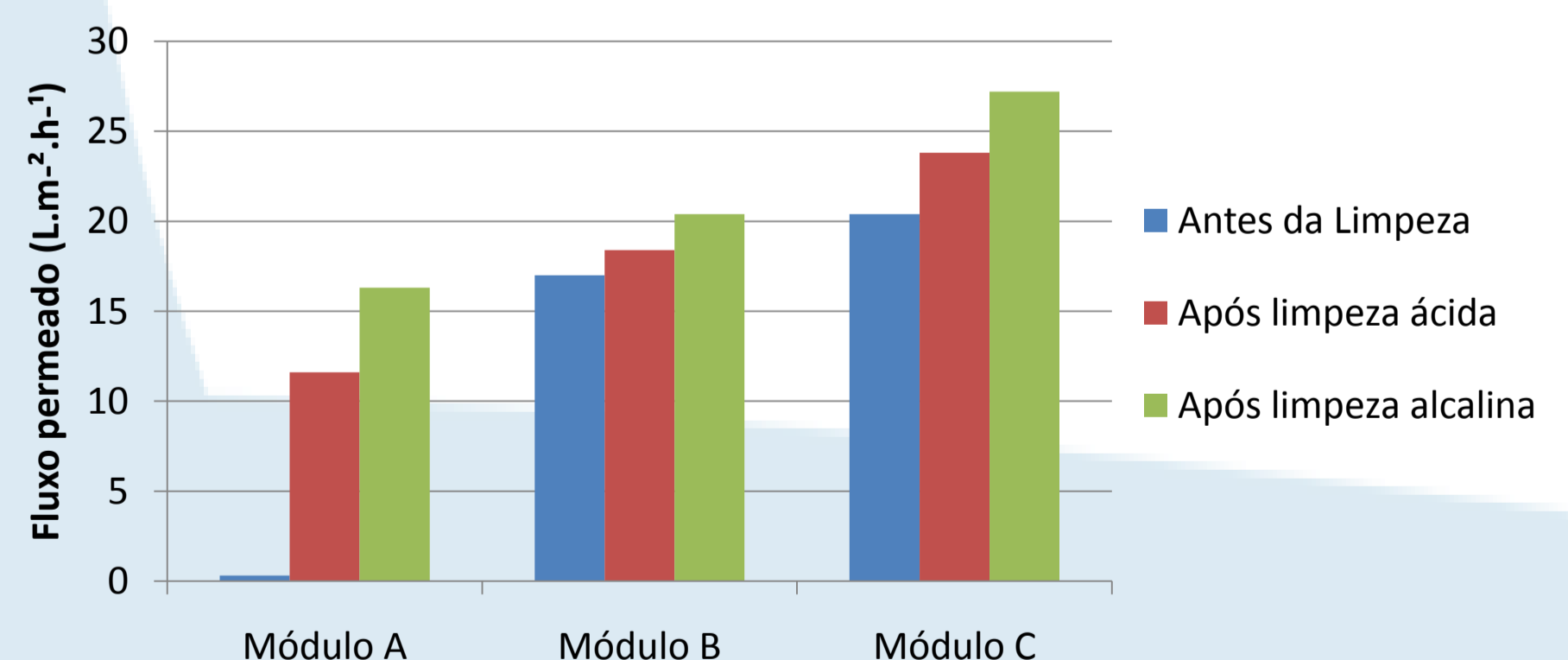


Figura 5: Gráfico comparativo do aumento de fluxo de permeado após cada limpeza química, para cada módulo testado

A membrana C foi a que apresentou maior fluxo permeado, 20,4 L.m⁻².h⁻¹ antes da limpeza; a membrana B, após as limpezas teve fluxo de 20,4 L.m⁻².h⁻¹; e a membrana A mesmo após as limpezas teve fluxo de 15,6 L.m⁻².h⁻¹ em uma pressão superior as demais membranas, e ainda teve fluxo menor que o fluxo inicial da membrana B. Uma hipótese para este resultado, pode ser devido a forma com que as membranas foram armazenadas; a com pior desempenho, membrana A, não foi conservada; em segundo lugar, a membrana B, foi usado conservantes; e o melhor resultado, a membrana C, foi retirada diretamente da unidade de OI.

4. Conclusão

Com os resultados foi determinado o modo de operação, pressão de 9kgf/cm² e uma vazão de alimentação de 18 gpm.

Os testes mostraram-se promissores pois o fluxo permeado médio manteve-se em torno de 17 L/m²h. Ao passo que uma membrana nova o fluxo permeado médio é de 21 L/m²h.

Quanto a conservação e limpezas químicas, o melhor resultado foi para a membrana retirada diretamente da unidade de OI.

Contatos

e-mails:
mauriciotsilva@yahoo.com.br,
kipper@enq.ufrgs.br,
debora_francesch@yahoo.com.br
PHONE: 051 3308-3638



Agradecimentos

Braskem

