

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE DESSALINIZAÇÃO VIA OSMOSE INVERSA PARA ÁGUAS SALOBRAS

M. C. Silveira e K. B. França¹

Resumo - O presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de um sistema de dessalinização através do processo de osmose inversa a partir de soluções salinas e salobras dos mananciais hídricos da região Nordeste, utilizando diferentes tipos de membranas. Para a determinação dos dados experimentais foram utilizadas soluções de cloreto de sódio e uma água salobra proveniente de um poço tubular profundo, localizado na Cidade de Caturité no Estado da Paraíba, onde há ocorrências de formações de rochas cristalinas e sedimentarias. Neste local existe um sistema de dessalinização via osmose inversa de capacidade de produção de 50 m³/dia de água potável implantado pelo o Programa Água Boa da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Para estudar o desempenho do sistema de dessalinização desenvolvido pelo Laboratório de Dessalinização do Departamento de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB, foram avaliados os seguintes parâmetros: Condutividade elétrica, pH, taxa de rejeição de sais, recuperação e pressão.

Palavras-chaves - Condutividade elétrica, membranas

INTRODUÇÃO

A escassez ou falta de água potável para o consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida de populações rurais de diversas regiões do Brasil, principalmente no chamado polígono das secas onde a

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Química – Av. Aprígio veloso, 882, Campina Grande, PB, CEP 58109-970, Fone: (083) 310-1116, Fax: (083) 310-

qualidade das águas disponíveis muitas vezes é condenável devido ao alto grau de salubridade, tornando-as impróprias para o consumo humano, animal e irrigação.

Estudos de processos como osmose inversa, responsável pela purificação e dessalinização de águas salobras e salinas para produção de água potável vem se tornando cada vez mais importante, principalmente porque apresenta um baixo custo e um produto final de alta qualidade.

A osmose inversa é uma Operação Unitária que através de membranas semipermeáveis e com auxílio de um gradiente de pressão, pode rejeitar sais inorgânicos de baixo peso molecular, como também pequenas moléculas orgânicas (1). As moléculas de água, por outro lado, passam livremente através da superfície da membrana, criando uma corrente de água purificada. A parcela restante da água de alimentação que não atravessa a membrana, conhecida como concentrado ou rejeito leva consigo os compostos rejeitados pela mesma(2)..

MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade de osmose inversa desenvolvida no âmbito do Laboratório de Dessalinização é constituída de três permeadores em série de capacidade de pressão máxima de operação de 70,27 kgf/cm², modelo 2.5 S - sea water. Os permeadores operam com três tipos de membranas de modelo espiral de poliamida aromática de alta filtração (HF), ultra baixa pressão (ULP) e alta rejeição (HR). Cada membrana apresenta uma área nominal de 5,76 m² com 2,5" de diâmetro e 14" de comprimento, adquiridas através da Fluid Systems Corporation.

O sistema apresenta três reservatórios de plástico de capacidade volumétrica de 50 litros sendo um deles o tanque de alimentação da solução problema (solução de cloreto de sódio ou água salobra), os outros são utilizados para armazenar o concentrado e o permeado. O sistema apresenta uma bomba ¼ de CV, modelo B480596 da Procon, dois rotâmetros, duas válvulas de retenção tipo esfera e acessórios do tipo tubulações de alta pressão. Foram realizadas varias bateladas com soluções de cloreto de sódio e água salobra para mesma condutividade elétrica de 4 mS/cm sob diferentes pressões. Os resultados obtidos para ambos sistemas foram comparados com o objetivo de avaliar o desempenho das membranas. Para as bateladas com água salobra foi necessário adicionar antes da bomba de alimentação um filtro de acetato de celulose de cinco micra com o papel de reter as partículas em suspensão da água salobra. Após cada operação

as membranas foram lavadas sob uma pressão de 4 kgf/cm^2 com água destilada para evitar uma possível proliferação de microorganismos.

Durante a dessalinização foi observado a condutividade elétrica da água de alimentação do sistema, do concentrado e do permeado através de um condutivímetro, modelo CD-21 da Digimed. O potencial hidrogeniônico foi obtido com o auxílio de um medidor de pH do tipo DMPH-2 da Digimed. A recuperação do sistema foi determinada através dos fluxos volumétricos lidos nos rotômetros. A Figura 01 representa o esquema do sistema de dessalinização utilizando três permeadores em série para estudar o desempenho das membranas.

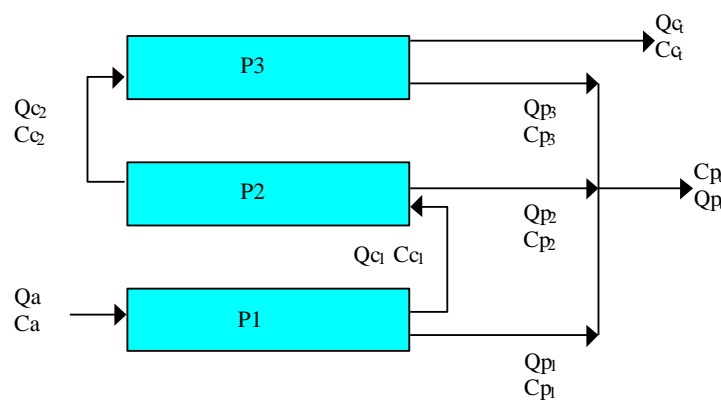


Figura 1- Sistema de dessalinização composto com três permeadores em série.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 02 apresenta o comportamento da variação da condutividade elétrica de uma solução de cloreto de sódio de 4 mS/cm em função do tempo para diferentes pressões. Observa-se que para a pressão de $3,33 \text{ kgf/cm}^2$ a variação da condutividade elétrica foi mais lenta do que as demais, isso significa que a taxa de rejeição dos íons durante o processo depende do aumento da pressão aplicada. Para o caso em estudo observou-se que acima de $4,0 \text{ kgf/cm}^2$ os valores obtidos da condutividade elétrica não apresentaram uma variação significativa. Isso demonstra que o fluxo do transporte iônico através da porosidade da membrana depende da área de permeação, ou seja o aumento da pressão influenciou na taxa de recuperação do sistema, mas não variação da condutividade elétrica. Esse fato possibilita investigar o efeito da pressão em função do número de membranas e a concentração iônica presente na solução.

Os dados obtidos da variação da condutividade elétrica para a água do poço tubular profundo da Cidade de Caturité se encontram na Figura 03. Observou-se que o comportamento das mesmas foram similares as obtidas para a solução de cloreto de

sódio a mesma condutividade elétrica. Comparando os dados da condutividade elétrica da água do poço com a da solução de cloreto de sódio sob a mesma pressão de 7,33 kgf/cm² observou-se também que não ocorreu uma diferença significativa. Uma vez que a água do poço apresenta diferentes tipos de íons era de se esperar que a condutividade elétrica final do permeado fosse maior, mas observando em função do diâmetro dos íons, os divalentes são mais rapidamente rejeitados do que os monos. Sabe-se que a presença de íons divalentes são fontes de incrustação na superfície das membranas originando uma concentração de polarização e conseqüentemente aumentando a pressão osmótica na superfície da mesma.

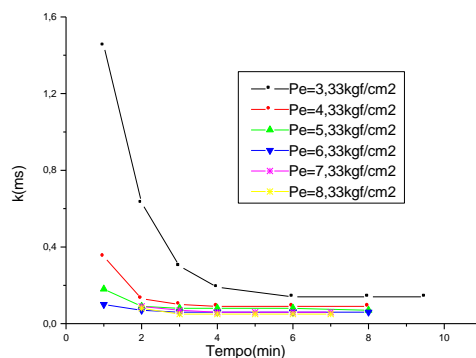


Figura 02- Variação da condutividade elétrica de uma solução de NaCl em função do tempo (min) para diferentes pressões a uma condutividade inicial de 4,0 mS/cm

Observando que a recuperação obtida para a solução de cloreto de sódio foi de 16% e para água do poço foi de 12%, isso demonstra que o fluxo de transporte iônico, devido a presença de vários íons, sob o mesmo efeito de pressão, apresentou uma resistência na superfície da membrana durante o processo de dessalinização. Observou-se que para pressão de 12,33 kgf/cm² o sistema atingiu uma recuperação de 30%.

O potencial hidrogeniônico do permeado obtido para a água do poço tratada através dois sistemas de dessalinização, da Cidade de Caturité e da unidade piloto construída no Laboratório de Dessalinização da UFPB foi de 6,30.

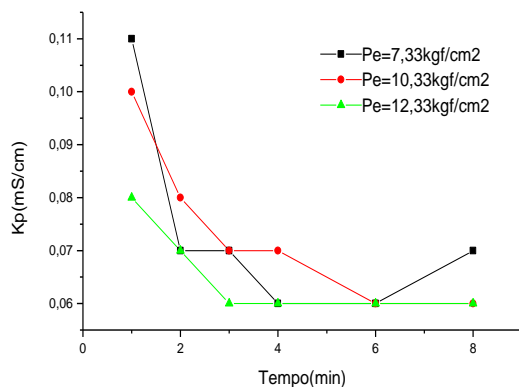


Figura 03- Variação da condutividade elétrica em função do tempo (min) da água do poço de Caturité, para uma condutividade inicial de 4,0 mS/cm e diferentes pressões.

As Figuras 04 e 05 demonstram o comportamento da condutividade elétrica durante o processo de dessalinização para as duas soluções estudadas, a de cloreto de sódio e a água do poço ambas apresentando uma condutividade elétrica inicial de 4 mS/cm, sob um pressão de operação de 7,33 kgf/cm².

Em função das taxas de rejeição atribuídas pelo o fabricante. Observou-se que os resultados obtidos, para os dois casos estudados, a membrana HF apresentou uma taxa de rejeição inferior as demais. Para a água salobra do poço as membranas ULP e HR apresentou valores de condutividade elétrica muito próximo, uma vez que suas taxas de rejeição máxima são 99,0% e 99,4% respectivamente(3).

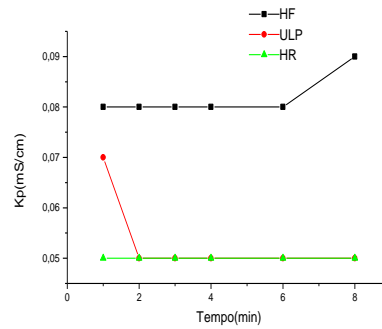
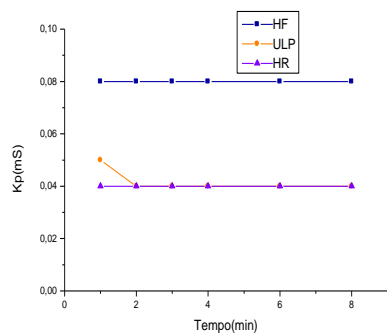


Figura 04- Variação da condutividade de uma solução de NaCl para uma condutividade elétrica inicial de 4,0ms/cm² em função do tempo (min) para os três permeadores para Pe=7,33kgf/cm².

Figura 05-Variação da condutividade da água do poço de Caturité para uma condutividade elétrica inicial de 4,0ms/cm² em função do tempo (min) para os três permeadores para Pe=7,33kgf/cm².

CONCLUSÕES

De acordo como os resultados obtidos observou-se que o sistema de dessalinização apresentou um patamar de condutividade elétrica de baixo valor para uma solução aquosa de condutividade elétrica inicial de 4,0 mS/cm para uma pressão aplicada acima de 4,0 kgf/cm². Demonstrando assim que para pressões superiores a qualidade da do permeado não variou significativamente com o aumento da pressão aplicada, ou seja a pressão poderá somente contribuir favoravelmente no aumento da recuperação, mas dependendo do caso este fato também poderá contribuir de forma negativa para o consumo de energia do sistema.

Conclui-se também que a qualidade do permeado para as membranas do tipo HR e ULP apresentam o melhor desempenho, mas com ajuda da primeira membrana HF significando assim que existe possibilidade de desenvolver sistemas de dessalinização a baixo custo para atender pequenas comunidades para a dessalinização de águas salobras para uma faixa de concentração de sólidos totais dissolvidos de 2500 a 4200 p.p.m (partes por milhão) as quais caracterizam a maioria da águas encontradas no cristalino da região Nordeste do Brasil.

Dentro das linhas de ações desta pesquisa existe perspectivas de estudar o desempenho em função de um balanço de massa para cada permeador e conseqüentemente desenvolver um “software” para dimensionar sistemas de dessalinização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal para o desenvolvimento desta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- Harbert, A .C.,Borges,C.P & Nobrega,R. *Processos de separação com Membranas*, Escola Piloto em Engenharia Química, COPPE/UFRJ-Programa de Engenharia Química, 1997.
- Osmonics Inc., *Pure Water Handbook*.Osmonics Inc.,Minnitonta MN. 119p.,1991
- Fuid Systems.,RoPro.Version 6.2 da fluid systens, membrane data file, 1997.