

Petrolina-PE, outubro de 1999

CARACTERIZAÇÃO E PREVENÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EM SISTEMAS DE DESSALINIZAÇÃO POR OSMOSE INVERSA



Miriam C. Cavalcante de Amorim
Luiz Gonzaga de A. Silva Junior
Everaldo Rocha Porto

Miriam C. Cavalcante de Amorim - Eng^a Química, M.Sc., Compesa - Petrolina-PE
Luiz Gonzaga de A. Silva Junior - Eng^o Agr^o, M.Sc., Convênio IICA/CHESF
Everaldo Rocha Porto - Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido

Nas últimas duas décadas, a Osmose Inversa tornou-se um processo bem estabelecido para produção de água potável a partir de água salobra ou do mar. O processo, que utiliza membranas semipermeáveis, é capaz de remover 99% de sais dissolvidos, porém um problema fundamental enfrentado pelos usuários da Osmose Inversa é a formação de incrustações na superfície da membrana. Essas incrustações reduzem o fluxo da água purificada, baixando a eficiência de operação e aumentando os custos de produção, além de diminuir a vida útil da membrana. No entanto, o problema pode ser identificado e controlado através de pré-tratamentos, devidamente apropriados.

O QUE SÃO INCRUSTAÇÕES

São deposições de materiais na superfície da membrana, que afetam a produtividade do sistema de purificação de água. Esses depósitos são conhecidos pelo termo "fouling", que refere-se à deposição de todo e qualquer material na superfície da membrana, podendo ser divididos em quatro grupos, de acordo com seus agentes causadores: fouling inorgânico, também conhecido como "scaling"; fouling coloidal; fouling orgânico, e fouling biológico, sendo o scaling o mais comum em águas subterrâneas.

SCALING

São depósitos de sais cujos agentes causadores mais comumente encontrados são os íons cálcio (Ca^{2+}), bicarbonato (HCO_3^-) e sulfato (SO_4^{2-}), que formam os sais carbonato de cálcio (CaCO_3) e sulfato de cálcio (CaSO_4); bário (Ba^{2+}) e fluoreto (F^-), que formam os sais sulfato de bário (BaSO_4), sulfato de estrôncio (SrSO_4) e fluoreto de cálcio (CaF_2). As águas subterrâneas de poços

profundos, geralmente, apresentam incidência de carbonato de cálcio e sulfato de cálcio.

A formação deste tipo de incrustação é o resultado de uma operação química chamada precipitação de minerais solúveis, que ocorre em três etapas: supersaturação dos sais ou diminuição de sua solubilidade, formação de núcleos de cristais do sal e crescimento dos núcleos formados, os quais depositam-se na superfície da membrana, conforme mostra a Figura 1.

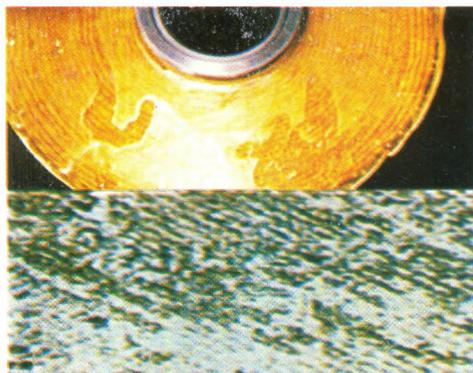
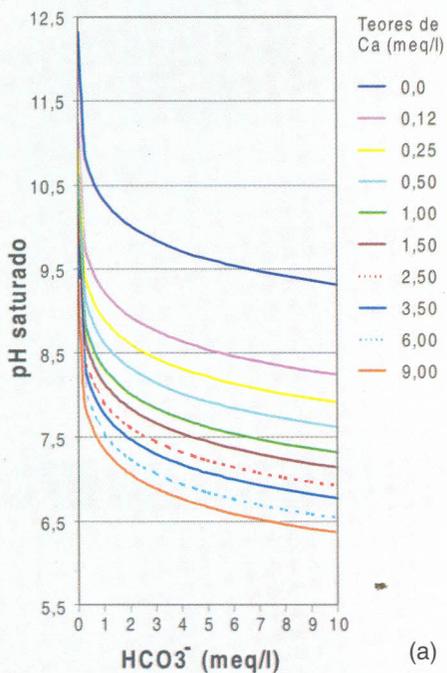


Figura 1. Vista parcial do conjunto de membrana apresentando detalhes da superfície da mesma após a ocorrência de incrustações.



Todo sal possui um valor determinado em gramas/litro que pode apresentar-se dissolvido ou solubilizado na água, e esse valor é a sua SOLUBILIDADE ou o valor máximo para o qual o sal poderá estar dissolvido na água. Desta forma, a composição mineral de um aquífero apresenta íons de sais dissolvidos, que estão em equilíbrio químico com o pH, a temperatura e a concentração de CO_2 dissolvido, que depende da pressão do gás na atmosfera. Portanto, uma variação num desses fatores afetará o equilíbrio, excedendo a solubilidade limite do sal e iniciando o processo de precipitação que dará origem ao scaling. Algumas das variações que podem provocar a formação do scaling são as reações naturais na água antes, durante ou após o processo de tratamento; aeração das águas de poços ou mera exposição da água ao ar, provocando perda ou absorção de CO_2 e, conseqüentemente, variação do pH.

PREVENÇÃO DO SCALING

A prevenção da formação dos scalings é realizada através de pré-tratamento da água salina antes do contato da água com a membrana, definida pela identificação da capacidade de formação de incrustação da água. Sendo a formação de incrustação uma função da composição e do pH da água, devido à sua relação com a solubilidade do sal na água, o potencial incrustante pode ser determinado através do cálculo do Índice de Saturação ou Grau de Saturação, definido por: $IS = \text{pH} - \text{pH}_s$, onde pH é o pH da água a ser analisada e pH_s é o pH de saturação ou o pH no

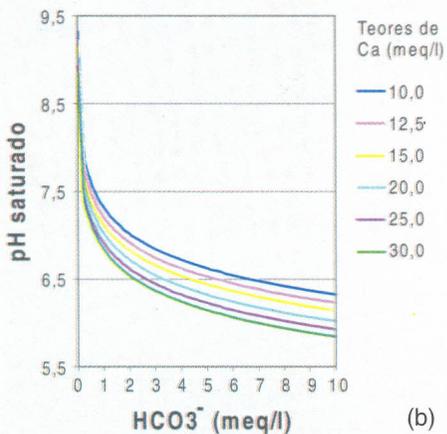


Figura 2. Diagrama demonstrativo para identificação do potencial incrustante da água salobra.

qual a solução (água salina) estaria saturada ou com a solubilidade excedida, isto é, o pH no qual haverá precipitação. O pH pode ser calculado a partir dos valores da concentração dos íons cálcio (Ca^{2+}) e bicarbonato (HCO_3^-), determinados analiticamente. Se o IS for negativo, o sal tenderá a dissolver-se, permanecendo solubilizado na água; se o IS for positivo, o sal tenderá a precipitar-se, indicando a necessidade de pré-tratamento a fim de evitar a formação do scaling. Com os valores de cálcio, bicarbonato e pH da água em estudo, pode-se verificar a possibilidade de a mesma apresentar problema de precipitação na membrana, através do diagrama da Figura 2(a) e 2(b), a depender do teor de cálcio da água salobra, em meq/l, de 0,0 a 9,0 (a) e de 10,0 a 30,0 (b).

O pré-tratamento consiste na adição de produtos químicos antiincrustantes à água. Os produtos utilizados são o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico, os ácidos poliméricos e o hexametáfosfato de sódio, que agem por redução do pH e/ou por dispersão dos

crístais, impedindo seu crescimento. A adição de ácidos tem baixo custo, mas previne apenas a formação do carbonato de cálcio, não sendo eficaz na prevenção de outras espécies de precipitados. Os ácidos poliméricos são mais comumente utilizados devido à sua efetividade na prevenção de foulings e scalings, como o ácido policarboxílico. O hexametáfosfato de sódio não é tão utilizado como os ácidos e os polímeros, pois sua atuação é limitada, sendo necessário, em alguns casos, usá-lo em combinação com um ácido.

CONCLUSÃO

Os sistemas de Osmose Inversa freqüentemente apresentam problemas operacionais devido a incrustações na membrana, causa mais comum de perda de produção, de redução da vida útil da membrana e do elevado custo operacional. Observando-se as causas do problema, percebe-se que o mesmo pode ser controlado com a aplicação de produtos antiincrustantes.

Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido são publicações com o objetivo de divulgar as tecnologias apropriadas para as áreas irrigadas e de sequeiro de interesse econômico para a região semi-árida brasileira.

Planejamento: Everaldo Rocha Porto, Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesquisador em Manejo de Solo e Água - Embrapa Semi-Árido - Diagramação e Editoração: Antonio Lopes de Souza



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA)

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
BR 428, km 152, Cx. Postal 23, Fax: 862-1744,
CEP 56300-000 Petrolina-PE