

AVALIAÇÃO DE UM REATOR ELETRODIALÍTICO PARA O APROVEITAMENTO DO SUBPRODUTO DA DESSALINIZAÇÃO DE SOLUÇÕES SALINAS VIA ELETRODIÁLISE

M. L. Freire, E. D. Melo e K. B. França ¹

Resumo - Um reator eletrodialítico constituído de membranas monopolares e bipolares, foi desenvolvido para estudar seu desempenho na obtenção de uma solução alcalina a partir de seu respectivo sal, visando utilizar esta técnica no aproveitamento do concentrado gerado na dessalinização via osmose inversa de águas provenientes de poços artesianos da região Nordeste. As membranas bipolares promovem eletricamente uma acelerada dissociação da molécula da água fazendo com que os íons livres (H^+ e OH^-) se combinem com os ânions ou cátions presentes na solução. O reator eletrodialítico é constituído por um par de eletrodos de titânio platinado e 17 pares de membranas, oferecendo uma área de troca iônica de 330 cm^2 para cada membrana. Para determinação dos dados experimentais foram utilizadas soluções de cloreto de sódio com concentrações variando de 1000 a 10000 p.p.m.. O desempenho do reator foi avaliado através da variação do pH e da condutividade dos efluentes produzidos, em função da concentração da solução de alimentação e da d.d.p. aplicada. Também foi analisada a densidade de corrente durante o processo. Foi observado que a condutividade, o pH e a densidade de corrente dependem da concentração inicial da solução e da d.d.p. aplicada ao sistema.

Palavras-chave - membranas bipolares; eletrodiálise; concentrado salino

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) 310-1011, e-mail: marcia@deq.ufpb.br

INTRODUÇÃO

A eletrodialise é um processo de separação eletroquímica no qual membranas semipermeáveis e uma diferença de potencial são usadas para separar espécies iônicas de uma solução aquosa. Atualmente esse processo é amplamente utilizado para dessalinizar águas salobras, e em alguns países é o principal processo na produção de água potável. Embora a dessalinização de águas e a produção de sal sejam as mais importantes aplicações, existem outros empregos significantes para a eletrodialise. Estimuladas pelo desenvolvimento de novas membranas com melhor seletividade, baixa resistência elétrica, e melhores propriedades térmicas químicas e mecânicas, outras aplicações da eletrodialise, especialmente nas indústrias de alimentos, farmacêuticas e de processos químicos bem como em biotecnologia e tratamento de efluentes, tem obtido um amplo campo de interesse mundial (1).

A eletrodialise também é usada para a produção de ácidos e bases a partir de seus respectivos sais, com auxílio de membranas bipolares (2), como é o caso da obtenção de uma solução de hidróxido de sódio e ácido clorídrico, oriundas de uma solução saturada de cloreto de sódio.

Neste trabalho damos ênfase a produção de uma solução de hidróxido de sódio (produto) e consideramos o efluente ácido (concentrado) como uma mistura dos seguintes componentes: cloreto de sódio não convertido e ácido clorídrico em solução.

PRINCÍPIO DA DISSOCIAÇÃO ELETRODIALÍTICA DA ÁGUA COM MEMBRANAS BIPOLARES

A principal estrutura de uma membrana bipolar e sua função é ilustrada na Figura 1. Esta figura mostra uma membrana catiônica e uma membrana aniônica dispostas em paralelo entre dois eletrodos, semelhante a eletrodialise convencional. Se uma solução de cloreto de sódio é colocada entre estas membranas e uma diferença de potencial é aplicada, todas as espécies iônicas serão removidas da solução. Quando não houver íons sódio e cloro à esquerda da solução o transporte de cargas elétricas através das membranas é realizado exclusivamente pelos prótons e íons hidroxila, os quais estão dispostos na água pura numa concentração de 10^{-7} mol/l, devido ao equilíbrio de dissociação da água. Se a dissociação da água for contínua, uma solução alcalina é formada do lado da membrana aniônica e uma solução ácida é formada do lado da membrana catiônica, na membrana bipolar.

As membranas bipolares podem ser preparadas pela justaposição das convencionais membranas catiônica e aniônica, dispostas uma atrás da outra. Devido a resistividade da água destilada ser muito alta, a distância entre as membranas de polaridades opostas deve aproximar-se de zero. As membranas bipolares, freqüentemente, não apresentam uma estabilidade química satisfatória para altos valores de pH e algumas vezes a capacidade de dissociação da molécula da água decresce (3).

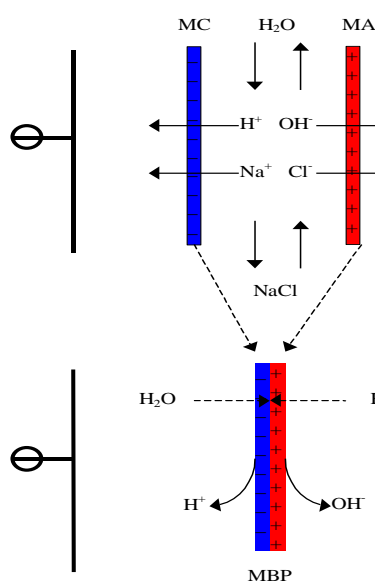


Figura 1 - Estrutura e funcionamento da membrana bipolar.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema é constituído por um reator eletrodialítico, uma fonte elétrica chaveada modelo DC Poly-01 da Italtvolt, e por bombas e equipamentos de medida para registro dos dados. O reator é formado por um par de eletrodos de titânio revestido com 5 µm de platina e 17 pares de membranas eletrodialíticas, catiônicas e aniônicas, do tipo A201 e K101 da Asahi Chemical Co. Japão. As membranas são separadas por espaçadores confeccionados em telas de teflon, apresentando uma área efetiva de 330 cm² e estão dispostas alternadamente ao longo do reator na seguinte seqüência: bipolar, catiônica e aniônica. Membranas e eletrodos são pressionados por placas de PVC, com auxílio de parafusos de cobre.

A performance do reator foi avaliada através de uma série de experimentos utilizando soluções de cloreto de sódio com concentrações variando de 1000 a 10000 p.p.m, para diferenças de potencial de 40 e 50 volts, com uma vazão de alimentação de 5

l/h. Os efluentes do reator, básico e ácido, foram observados através de dois medidores de pH dos tipos DMPH-2 Digimed e Prazis. Para estes dois efluentes também foi detectado a condutividade elétrica através de um condutivímetro modelo CD-21 da Digimed. Com auxílio de um multímetro do tipo DM-9090 Homis, foi registrada a variação da corrente durante o processo.

Em todos os experimentos foi utilizada água destilada com condutividade em torno de $25 \mu\text{S}$, com vazão de entrada de 9 l/h, e a variação de temperatura foi de $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figura 2 e 3 representam o comportamento da condutividade elétrica dos efluentes do produto e do concentrado para os casos estudados. O fluxo do concentrado é constituído de uma mistura de NaCl e HCl em solução, isso explica o fato desse efluente apresentar valores maiores da condutividade, em relação ao efluente do produto. A variação da condutividade no processo pode informar o quanto o sistema pode aumentar a concentração de íons de sódio no efluente do produto. Avaliando todas as bateladas, observou-se que a condutividade no início do processo tende a aumentar para em seguida manter-se constante.

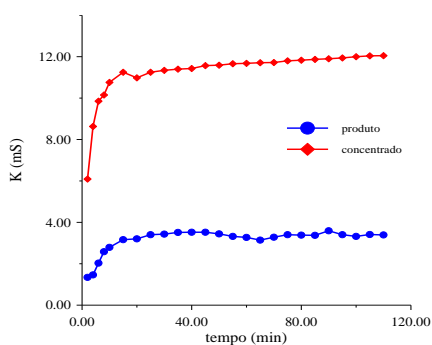


Figura 2 - Condutividade em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm (NaCl) e uma ddp de 40 volts.

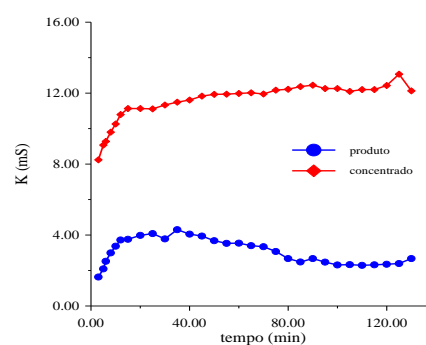


Figura 3 - Condutividade em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm (NaCl) e uma ddp de 50 volts

Analisando o comportamento das curvas do pH, observou-se que o pH do produto, em pequeno intervalo de tempo, cresce rapidamente até um certo valor, permanecendo constante até o final da batelada. O pH do concentrado se mantém ácido e em alguns

casos sofre variações. Acreditamos, que a fonte de erro seja proveniente do pHmetro. O comportamento dessas curvas pode ser observado nas Figuras 4 e 5.

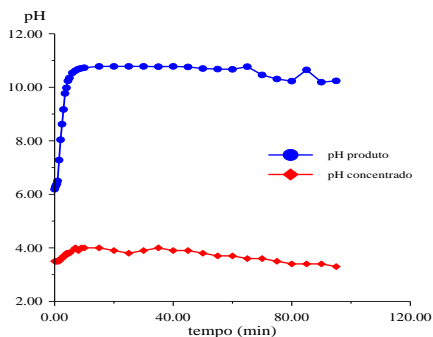


Figura 4 - PH em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm (NaCl) e uma ddp de 40 volts.

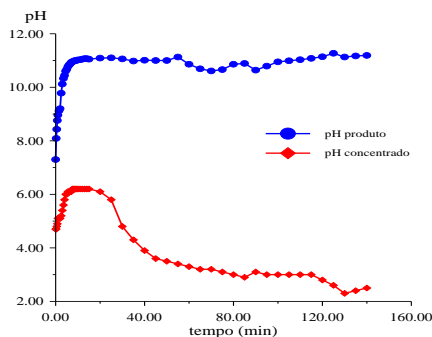


Figura 5 - PH em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm (NaCl) e uma ddp de 50 volts.

Na série de experimentos, também observou-se que o pH médio do produto foi superior para as bateladas com 50 volts, comparado com as de 40 volts. Conforme mostra a Figura 6.

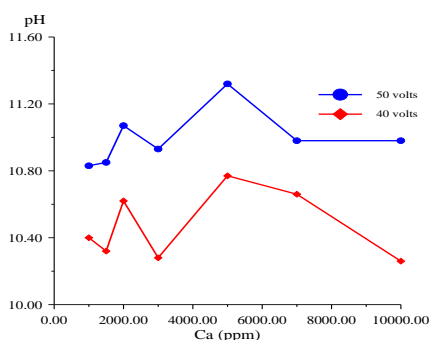


Figura 6 - PH médio obtido em função da concentração de alimentação (NaCl) e da ddp aplicada.

A densidade de corrente é um parâmetro que representa o potencial do transporte iônico no interior do reator, o qual pode decrescer ou aumentar em função do caminho hidrodinâmico oferecido pelos compartimentos, pela diferença de potencial aplicada e

também pela concentração das espécies iônicas (3). As curvas de densidade de corrente apresentaram comportamento semelhante em todos os experimentos. Essas curvas são mostradas através das Figuras 7 e 8.

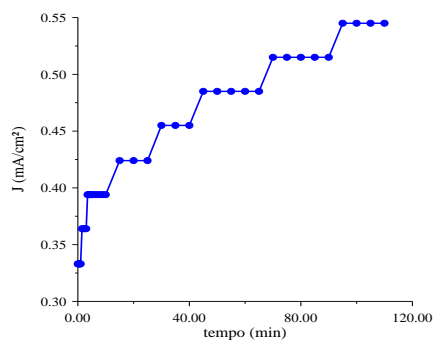


Figura 7 – Densidade de corrente em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm e uma ddp de 40 volts.

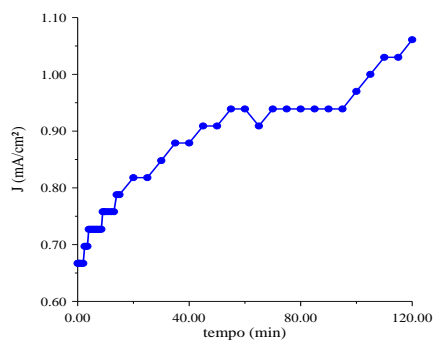


Figura 8 - Densidade de corrente em função do tempo para uma alimentação de 7000 ppm e uma ddp de 50 volts

Observa-se que para o potencial elétrico de 40 volts, a densidade de corrente apresenta patamares de estabilização, já para as bateladas de 50 volts, a densidade de corrente tende a crescer em função do tempo, isso implica que a taxa de transporte iônico através das membranas e, conseqüentemente, a produção de íons hidrogênio e hidroxila são favorecidos pelo aumento de potencial elétrico. Os valores da densidade de corrente também aumentaram em função do aumento da concentração de alimentação.

CONCLUSÕES

Da forma como a pesquisa está sendo desenvolvida ainda existe outros pontos a serem investigados, mas as conclusões observadas foram as seguintes:

1. A variação da condutividade elétrica do produto e do concentrado aumentou em função da concentração inicial da solução de cloreto de sódio.

2. A densidade de corrente e a variação do pH durante os experimentos, dependem da concentração da solução de alimentação e do potencial elétrico aplicado ao sistema.
3. Os experimentos realizados com o potencial elétrico de 50 volts apresentaram melhor desempenho do que os realizados com 40 volts.

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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schoeman, J. J. and Thompson, M. A., 1996. "Electrodialysis." *Water Treatment Membrane Processes*, ch 12, 12.1-12.3, MacGraw-Hill.
2. Mani, K. N., 1991. "Electrodialysis Water Splitting Technology." *Journal of Membrane Science*, 58: 117-138.
3. Strathmann, H., 1992. "Electrodialysis and Related Processes." *In Workshop CEE – Brazil on Membrane Separation Processes*. Rio de Janeiro, 334-437.