

Eixo Temático ET-05-019 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA SALOBRA ATRAVÉS DE BIOADSORVENTES

Henrique John Pereira Neves, Suzana Leite Lima

Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico - Faculdade ASCES, Caruaru-PE.

RESUMO

A dessalinização de águas salobras ou salinas é necessária para torná-las potáveis. Esse processo normalmente exige alto investimento e recursos tecnológicos complexos para a produção em larga escala. Devido a isto o preço da água para o consumidor final torna-se muito mais elevado, devido à menor oferta e gastos envolvidos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um dispositivo caseiro para dessalinização de pequenas quantidades de água para o uso em dessedentação humana para aplicação em regiões com água de salinidade inadequada para beber, utilizando material biológico, como carvão mineral, sabugo de milho e esponja vegetal. A metodologia empregada no trabalho foi baseada na medida da salinidade da água antes e após o contato com o material bioadsorvente. Após o contato da água salobra com o material biológico determina-se a concentração de sódio restante na água que não foi sorvido pelo material biológico. O sódio, representando pelo NaCl, é o principal sal responsável pela salinidade da água. Na escolha final do adsorvente a ser usado no dispositivo caseiro foi considerado prioritário, além da maior capacidade de sorção de sais, menor teor de sal intrínseco e abundância na nossa região, o sabugo de milho. Ele apresentou maior capacidade de sorção de sais da água salobra, por 30 minutos. Dessa forma desenvolveu-se um dispositivo caseiro para dessalinização de água, em pequenas quantidades, suficientes para o uso familiar em dessedentação humana, a partir deste elemento, segundo indicação neste trabalho, podendo transformar água de baixo teor de salobridade, mas imprópria para beber (> 0,5 até 3,0‰) em água doce e baixar a alta dureza de águas a níveis de aceitação para consumo humano.

Palavras-chave: Dessalinização; Água salobra; Bioadsorvente.

INTRODUÇÃO

Uma das regiões brasileira mais afetada com a falta de água adequada para o consumo humano é o nordeste. A maior parte das águas existentes, não apenas nessa região, mas no planeta, são águas salgada e salobra e para torna-las potáveis é necessário fazer a dessalinização. Esse processo normalmente exige alto investimento e recursos tecnológicos complexos para a produção em larga escala. Desta forma, o preço da água para o consumidor final torna-se muito mais elevado, devido à menor oferta e gastos envolvidos. (QUEIROZ, 2008).

Considerando o nordeste brasileiro a região mais afetada com a escassez de água doce, bem como a menos favorecida, economicamente, constatou-se a possibilidade de construir um dispositivo caseiro para dessalinização de água em pequenas quantidades, suficientes para o uso familiar em dessedentação humana. (MANSUR, 2009).

Segundo Sattamini (2009), para contornar possíveis crises de falta de água, existem métodos para dessalinizar águas salinas e salobras. São diversos os processos físico-químicos e biológicos que permitem transformar água com elevado conteúdo salino em água doce:

- **Destilação** - nesse processo, a água passa por diversas células de ebulição-condensação, garantindo um elevado grau de pureza.
- **Congelamento** - esta prática consiste no congelamento e descongelamento constante da água salina ou salobra. Ao atingir o estado sólido, esta acaba por se livrar do sal. Este o método não foi testado em larga escala. Aparentemente, tal alternativa se mostra demasiadamente cara e só seria utilizada como última opção.
- **Eletrodiálise** – método permite que íons de sódio e cloro passem por uma membrana, na presença de um campo elétrico, deixando a água purificada onde está.
- **Troca iônica** - este processo baseia-se no emprego de resinas sintéticas de troca iônica. As resinas apreendem os sais dissolvidos na água por meio de uma reação química, acumulando-se dentro de si mesma.
- **Osmose Reversa** - ela funciona pelo bombeamento da água através de uma membrana que não permite a passagem de íons de sódio ou cloro. Ela consome significativamente menos energia do que os métodos tradicionais de dessalinização, mas é limitada pela taxa de passagem da água através da membrana.

Além dessas formas de dessalinização mais usuais, existe um processo denominado Adsorção. Ele é um fenômeno físico-químico onde o componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida. Os componentes que se unem à superfície são chamados adsorvatos, enquanto que a fase sólida que retém o adsorvato é chamada adsorvente. A remoção das moléculas a partir da superfície é chamada dessorção. A migração destes componentes de uma fase para outra tem como força motriz a diferença de concentrações entre o meio do fluido e a superfície do adsorvente (MARELLA e DA SILVA, 2005).

A adsorção consiste na separação de componentes de uma mistura, em que ocorre transferência de massa, sendo um composto diluído numa fase fluida e um sólido adsorvente. (SILVA e TARANTO, 2000). É um processo com baixo consumo de energia, por isso a pesquisa de novos materiais que possam ser utilizados como adsorventes, tem despertado grande interesse, principalmente em relação à Bioadsorção. (BRANDÃO, 2006).

A bioadsorção é um processo de remoção de solutos das soluções aquosas através de biomassa. (MARELLA e DA SILVA, 2005). Muitos adsorventes não convencionais de baixo custo têm sido experimentados por vários pesquisadores. Dentre as biomassas empregadas como bioadsorventes encontram-se as plantas aquáticas, as fibras de algodão, a serragem da madeira, o bagaço da cana-de-açúcar, o sabugo de milho, entre outros. Esses materiais podem ser utilizados como suporte para novos adsorventes ou serem utilizados *in natura*, o que reduz o custo ainda mais. (SANTOS et al. 2003).

OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo obter adsorventes naturais alternativos para o processo de dessalinização de água para consumo humano, com o fim de baratear o processo e possibilitar que seja aplicado em qualquer residência.

METODOLOGIA

Materiais

- Cano de PVC de 3/4' de diâmetro, comprimento de 2 metros.
- Garrafa Pet de Refrigerante de 2 L.
- Filtro para vela de PVC marca Pacheco.
- Refil de Vela de Polipropileno dimensões 12 x 5,5 cm.
- Solução de água com sal a 7‰.
- Carvão ativado, massa equivalente ao preenchimento de cada refil.
- Sabugo de milho moído, massa equivalente ao preenchimento de cada refil.
- Bucha vegetal moída, massa equivalente ao preenchimento de cada refil.
- Bomba de máquina de lavar roupa marca Brastemp, modelo Ble 20a, potência de 45 watts, vazão de 20 L/min.
- Sistema contínuo (esquema e imagem Figura 1)
- Condutivímetro marca Lutron, modelo CD-4301.

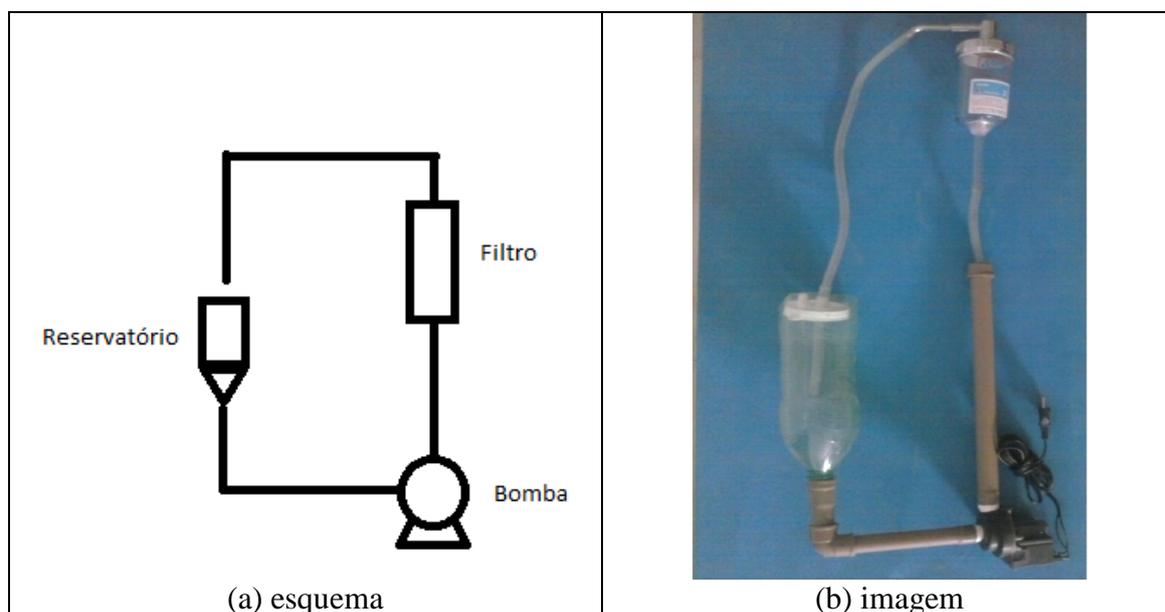


Figura 1. Esquema e imagem do sistema contínuo.

Método

Os componentes biológicos foram lavados com água destilada e colocados para secagem numa estufa por aproximadamente 24 horas após serem cortados.

Na parte experimental inicialmente foi preenchido o refil de 12 cm de altura em seu volume total com carvão ativado, e em seguida, inserido no filtro. Foi colocada no reservatório 1 L da solução de água salina a 7‰ e em seguida a bomba foi ligada

fazendo com que a solução de água salina fosse levada ao filtro pela parte inferior. Quando este enche da solução, a mesma passou pelo refil preenchido com carvão ativado e em seguida a solução tratada sai pela parte superior do filtro, retornando para o reservatório e mantendo-se assim o reciclo da solução durante 30 minutos. As coletas da solução foram feitas para leitura da condutividade, a cada 3 minutos. Foi feita a comparação das condutividades da leitura inicial, ou seja, antes do tratamento, com a final.

Esse procedimento foi repetido usando como adsorventes o sabugo de milho e a esponja vegetal, ambos moídos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se para montagem do dispositivo caseiro (Figura 1) garrafa pet com capacidade para 2 L, foram realizados testes para dessalinização de água salobra usando-se a esponja vegetal, o carvão ativado e o sabugo de milho como materiais biológicos dessalinizadores e uma água de elevada salobridade mantendo-se a proporção de 30g:1.000mL (Massa do material/ volume de água destilada).

A Tabela 1, abaixo, apresenta as leituras da condutividade, inicial e final, para os adsorventes: esponja vegetal, carvão ativado e sabugo de milho.

Tabela 1. Resultados obtidos no sistema contínuo.

Sistema Contínuo											
Material	Ponto	Condutividade	Tempo (min)	Material	Ponto	Condutividade	Tempo (min)	Material	Ponto	Condutividade	Tempo (min)
Esponja Vegetal	0	189,6	0	Carvão Ativado	0	187,9	0	Sabugo de Milho	0	185,9	0
	1	189,2	3		1	185,1	3		1	185,9	3
	2	189,1	6		2	185,6	6		2	185,9	6
	3	189,1	9		3	187,9	9		3	186,4	9
	4	188,9	12		4	187,9	12		4	186,6	12
	5	188,8	15		5	188	15		5	187	15
	6	188,8	18		6	DESCONSIDERADO			6	DESCONSIDERADO	
	7	188,7	21		7				7		
	8	188,5	24		8				8		
	9	188,1	27		9				9		
10	187,6	30	10	10							

Pode-se verificar que o melhor resultado é esponja vegetal, tendo em vista que este adsorvente apresentou capacidade de retirada de sal pelo processo adsortivo à medida em que a condutimetria reduzia com o tempo.

Os materiais adsortivos, carvão ativado e sabugo de milho, apesar de terem grande importância no processo adsortivo, não demonstraram resultados satisfatório no Sistema Contínuo para retirada de sal da água, pois houve aumento de condutividade e não redução, demonstrando que não houve retirada do sal da água.

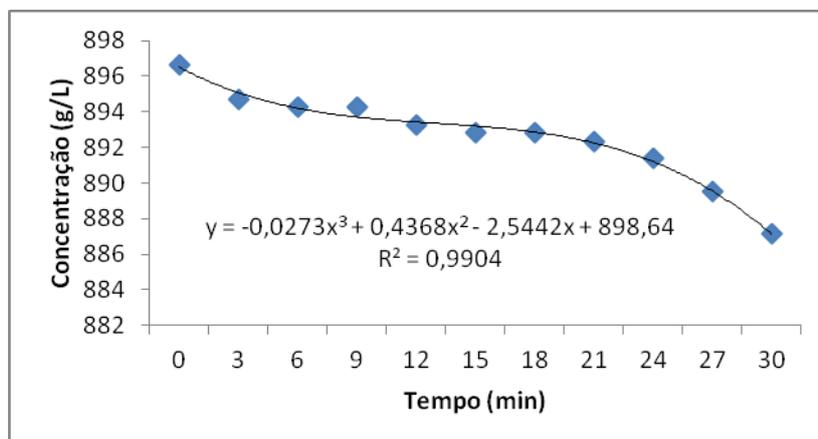
A Tabela 2, abaixo, apresenta os resultados da condutividade e concentração de sal na solução para o sistema contínuo com a esponja vegetal como material adsorvente.

Tabela 2. Resultados obtidos no tratamento com esponja vegetal no sistema contínuo.

Tratamento com Esponja Vegetal		
Tempo (min)	Condutimetria (mS/cm)	Concentração (g/L)
0	189,6	896,6256116
3	189,2	894,7256448
6	189,1	894,2506531
9	189,1	894,2506531
12	188,9	893,3006697
15	188,8	892,8256781
18	188,8	892,8256781
21	188,7	892,3506864
24	188,5	891,400703
27	188,1	889,5007362
30	187,6	887,1257778

Percebe-se que houve queda na concentração e condutividade da solução salobra após o tratamento no sistema contínuo com a esponja vegetal, apresentando uma boa capacidade adsorviva por parte deste adsorvente biológico.

A Figura 2, abaixo, apresenta o gráfico do decréscimo da concentração de sal na solução com o tempo, no tratamento da água salobra com a bucha vegetal.

**Figura 2.** Resultados obtidos no tratamento com esponja vegetal no sistema contínuo.

Pôde-se observar que a esponja vegetal apresenta uma boa capacidade adsorviva a medida em que houve uma redução de sal em solução. A concentração de sal na solução decresce em um pequeno intervalo de tempo, mostrando-se um bom tratamento para o sistema em estudo.

Para prever o tempo de retirada total do sal da solução, fez-se uma modelagem matemática conforme abaixo na Tabela 3.

Tabela 3. Modelagem matemática para retirada do sal com esponja vegetal no sistema contínuo.

Interação	xi	f(xi)	f'(xi)	Ea	Condição
0	10	889,578	-1,9982	Na	
1	455,1896707	-2484533,8	-16574,377	445,18967	Continuar
2	305,2875749	-735933,78	-7368,9662	149,9021	Continuar
3	205,4182361	-217827,84	-3278,9966	99,869339	Continuar
4	138,9869859	-64313,945	-1463,2188	66,43125	Continuar
5	95,0332406	-18829,18	-659,18801	43,953745	Continuar
6	66,46903745	-5357,795	-306,32194	28,564203	Continuar
7	48,97830527	-1385,6958	-156,22456	17,490732	Continuar
8	40,10840847	-262,17484	-99,256749	8,8698968	Continuar
9	37,46702804	-19,367632	-84,782438	2,6413804	Continuar
10	37,23858884	-0,137011	-83,584322	0,2284392	Continuar
11	37,23694965	-7,021E-06	-83,575756	0,0016392	Continuar
12	37,23694956	0	-83,575756	8,401E-08	Fim

Conforme observado, foram feitas 12 iterações para retirada completa do sal na solução salobra, retirando-se todo o sal da solução em aproximadamente 37,23 minutos, o modelo matemático convergiu rapidamente e com um erro absoluto |Ea| da ordem de grandeza 10^{-8} , ou seja, considerado muito baixo, podendo ser considerado não significativo.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que para o tratamento de dessalinização da água utilizando o carvão ativado, bucha vegetal e sabugo de milho para o processo contínuo, a melhor opção é com a bucha vegetal, que apresenta bom tratamento após 38 minutos do andamento do processo.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, P. C. **Avaliação do uso do bagaço-de-cana como adsorvente para a remoção de contaminantes, derivados do petróleo, de efluentes.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Química).

MANSUR K; GUIMARÃES P. V.; GUEDES E. A distribuição da água no nosso planeta. 2009. Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=115>>. Acesso: 08 ago. 2014.

MARELLA, M. S. F.; DA SILVA, M. G. C. Processo de remoção de cádmio em zeólita. VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2005.

QUEIROZ, O. Água - distribuição, disponibilidade e abundância. 2008. Disponível em: <http://ecologiageral.blogspot.com.br/2008_11_01_archive.html>. Acesso: 15 ago. 2014.

SANTOS, E. G.; ALSINA, O. L. S; SILVA, F. L. H. Estudo da capacidade de adsorção de biomassas para contaminantes orgânicos. Anais do Congresso Brasileiro de P. & D. em Petróleo e Gás, 2003.

SATTAMINI, L. Os dessalinizadores são uma alternativa eficiente e sustentável para as áreas mais atingidas pela escassez de água. 2009. Disponível em: <<http://www.sattamini.com.br/Dess.html>>. Acesso: 18 jul. 2014.

SILVA, J. F.; TARANTO, O. P. Estudo da modelagem para retenção de metais pesados através de biosorção. Livro de Resumos do III Encontro de Adsorção, Recife, p. 35, 2000.