

I-273 – AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS OPERACIONAIS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL DA ZONA RURAL DE SÃO JOÃO DO CARIRI - PB

Rodrigo Vieira Alves⁽¹⁾

Doutorando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/LABDES).

Maniza Sofia Monteiro Fernandes

Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/LABDES).

Tereziana Silva da Costa

Mestranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/LABDES).

Sonáli Amaral de Lima

Graduanda em Nutrição pela Faculdade Maurício de Nassau (FMN)

Kepler Borges França

Ph.D pela University of Kent, Inglaterra.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bodocongó – Campina Grande - PB - CEP: 58109-970 - Brasil - Tel: (83) 2101-1366 - e-mail: rodrigocgnet@gmail.com

RESUMO

A necessidade de água potável é um fato cada vez mais preocupante, pequenas comunidades ou sítios localizados no semiárido Brasileiro, muitas vezes, não possuem acesso à água de boa qualidade. Em muitas dessas localidades, são perfurados poços artesianos com a esperança de se ter acesso aos aquíferos. No entanto, devido às formações cristalinas do solo da região de clima semiárido, inúmeros poços são abandonados por conta das elevadas concentrações de sais encontradas na água. Águas com essas características, muitas vezes, são tratadas por meio de dessalinização através de sistemas de filtração por membranas com a tecnologia de osmose inversa. As operações com membranas em processos de dessalinização requerem alguns cuidados a exemplo do monitoramento dos parâmetros operacionais de um sistema de dessalinização tais como: pressões, recuperação e vazões são essenciais para o bom funcionamento do dessalinizador. O estudo desenvolveu-se no interior do estado da Paraíba, na zona rural de São João do Cariri aproximadamente 200 km da capital João Pessoa. As visitas à localidade foram realizadas no período de agosto de 2013 à abril de 2014, com a finalidade de coletar os dados operacionais, pressões e vazões do dessalinizador. A diminuição da pressão de saída ocorre devido às perdas de carga nas superfícies das membranas. Durante o processo de dessalinização, perdeu-se pressão por conta da resistência do polímero que constitui as membranas. O polímero oferece resistência à passagem da água e dos sais, que é então somada à resistência causada pelos depósitos de sais nas superfícies das membranas. Quando a diferença de pressão das membranas (P1-P2) for superior a 15% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que as membranas precisam de uma limpeza química.

PALAVRAS-CHAVE: Dessalinização, pressão, vazão, recuperação.

INTRODUÇÃO

A escassez de água no mundo é acentuada em virtude da desigualdade social, crescimento demográfico e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais, cerca de 97,5% desta água é salina, disponível nos mares e oceanos, os outros 2,5%, são de água doce. Destes 2,5% de água doce, sua distribuição é muito desigual, 69,7% esta presa em geleiras, 30% no subsolo e 0,3% em rios e lagos. A situação do Brasil em relação aos recursos hídricos é privilegiada e ao mesmo tempo preocupante, pois, as condições de acesso não são favoráveis (CARVALHO, 2013).

A necessidade de água potável é um fato cada vez mais preocupante, pequenas comunidades ou sítios localizados no semiárido Brasileiro, muitas vezes, não possuem acesso à água de boa qualidade. Em muitas dessas localidades, são perfurados poços artesianos com a esperança de se ter acesso aos aquíferos. No entanto, devido às formações cristalinas do solo da região de clima semiárido, inúmeros poços são

abandonados por conta das elevadas concentrações de sais encontradas na água. Águas com essas características, muitas vezes, são tratadas por meio de dessalinização através de sistemas de filtração por membranas com a tecnologia de osmose inversa (STRATHMANN, 2006).

Segundo Habert (2006) membrana é uma barreira que separa duas fases e que restringe total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas presentes no meio. As espécies rejeitadas pelas membranas são chamadas de “concentrado”, enquanto que as espécies que passam através da membrana são chamadas de “permeado”.

A osmose é um fenômeno natural em que um solvente, geralmente água, passa através de uma barreira semipermeável da região com menor concentração de soluto para a região com maior concentração de soluto, o fluxo de água continua até que o potencial químico do solvente seja estabelecido, em equilíbrio, a diferença de pressão entre os dois lados da membrana é igual à pressão osmótica da solução. Para inverter o fluxo de água do solvente, uma diferença de pressão maior do que a diferença de pressão osmótica é aplicada, como resultado, a separação de água pura flui a partir da região de alta concentração para a de menor concentração, este fenômeno é designado por osmose inversa. A membrana de osmose inversa funciona como barreira semipermeável, que permite a passagem seletiva de uma espécie em particular o solvente que geralmente é água, enquanto parcialmente ou completamente retém outras espécies de solutos. Técnicas de dessalinização são aplicadas a água bruta de várias fontes: água do mar, água salobra, água de rio e águas residuais até mesmo as águas tratadas de abastecimento municipal estão sujeitas a dessalinização (NASHAR, 2009).

As operações com membranas em processos de dessalinização requerem alguns cuidados a exemplo do monitoramento dos parâmetros operacionais de um sistema de dessalinização tais como: pressões, recuperação e vazões são essenciais para o bom funcionamento do dessalinizador. Uma regra básica de todos os fabricantes de membranas de dessalinizadores é que as lavagens químicas devem ser realizadas quando a produção de água diminui 10% ou a pressão de operação aumentar em 10% (STRATHMANN, 2006).

O uso da tecnologia de osmose inversa para dessalinização de águas salobras e marinhas remonta ao final da década de 1960 e se consolida nos anos 70. Concorrendo com técnicas evaporativas, de troca iônica e de eletrodialise, conquista um apreciável nicho de mercado em função de aspectos econômicos e práticos (instalação e operação facilitadas). Estima-se que no Nordeste tenham sido já instalados umas 2.000 unidades de osmose inversa. Infelizmente, boa parte está hoje inoperante, por falta de operação adequada ou de manutenção (CARTAXO, 2006).

O trabalho tem como objetivo, monitorar o desempenho de um sistema de dessalinização a partir de parâmetros operacionais visando obter o controle destas variáveis para fins de manutenções adequadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A localidade de estudo fica situada na zona rural do município São João do Cariri, Figura 1. De acordo com o IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2010 teve a população da zona urbana de 4.344 habitantes, Figura 2.



Figura 1: Localização rural da sede da Comunidade Uruçu.

Ambas as localidades pertencem à mesorregião da Borborema e a microrregião do Cariri Oriental, geograficamente, a sede comunitária está na latitude 7°28'33" ao sul e longitude de 36°31'51" a oeste e fazendo fronteira com: Serra Branca, Gurjão, Parari, Santo André-PB, Cabaceiras, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Caraúbas e Coxixola.

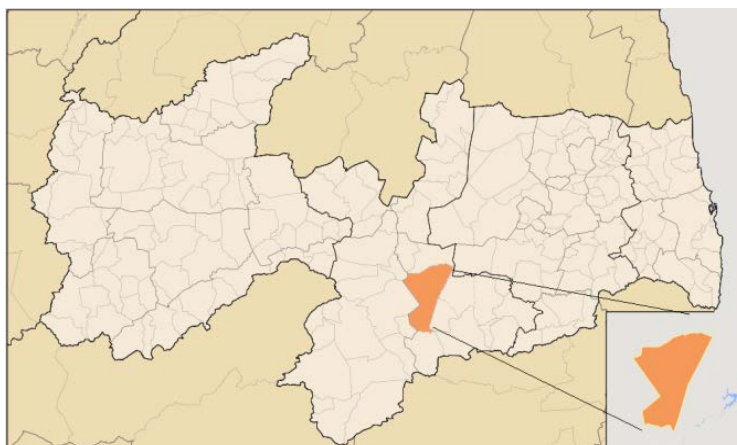


Figura 2: Mapa com a localização da região urbana de São João do Cariri.

A localidade de Uruçu conta com aproximadamente 80 famílias que vivem em pequenas propriedades. A área que compõe Uruçu é formada por três localidades distintas, nomeadas de Várzea Grande, Uruçu de Cima e Uruçu. (LIRA, 2012).

O dessalinizador da Comunidade Uruçu faz parte do projeto “Água: Fonte de Alimento e Renda - Uma alternativa sustentável para o Semiárido” implantado pela Petrobras através do Programa Petrobras Ambiental e parceria com o LABDES – (Laboratório de Referência em Dessalinização/UFCG).

As visitas à Comunidade de Uruçu foram realizadas no período de agosto de 2013 à abril de 2014, com a finalidade de coletar os dados operacionais, pressões e vazões do dessalinizador Figura 3.



Figura 3: Dessalinizador da Comunidade Uruçu.

O dessalinizador é o equipamento responsável para realização do processo de purificação da água salobra do poço. A água do poço é a fonte hídrica de alimentação do dessalinizador para produção de água potável.

A Unidade de dessalinização desenvolvida no âmbito do LABDES possui três vasos de alta pressão de fibra de vidro com três elementos de membranas, de Osmose inversa do tipo BW30-4040, em cada vaso. Bombona para auxiliar na limpeza química; Quatros manômetros, dois rotâmetros, bomba de alta pressão, bomba auxiliar, bomba de retrolavagem, é composto também por um poço tubular, bomba do poço, reservatório de alimentação (água bruta), abrigo de alvenaria, dessalinizador, reservatório para o permeado (água potável), reservatório para o concentrado, chafariz e tanques para contenção do concentrado.

Recuperação do sistema

A recuperação do sistema refere-se à percentagem da água de alimentação convertida em água permeada e depende da formação de incrustação na superfície das membranas.

A recuperação de um sistema pode ser definida de acordo com a Equação 1.0 (TAYLOR e JACOBS, 1996).

$$r(\%) = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100 = \frac{Q_p}{Q_p + Q_c} \times 100 \quad \text{Equação(1)}$$

onde:

r: recuperação do sistema (%)

Q_p : vazão de permeado (m^3/h)

Q_a : vazão de alimentação (m^3/h)

Q_c : vazão do concentrado (m^3/h)

A recuperação máxima em qualquer instalação de OI, depende dos sais presentes na água de alimentação e de sua tendência a se precipitar na superfície da membrana. Com o aumento do nível de recuperação do sistema, mais água é convertida em produto. Isto reduz o volume da água a ser rejeitada e, consequentemente, aumenta o valor da concentração de sais dissolvidos na corrente do rejeito, assim como a possibilidade de sua precipitação na superfície da membrana (DOW LATIN AMERICA, 1996).

RESULTADOS

A Figura 4 mostra o comportamento da recuperação em função do tempo, percebe-se que no mês de Outubro e Novembro a recuperação do sistema caiu consideravelmente devido aos depósitos de sais, valores que coincidem com o aumento na análise de STD no mesmo mês, porém depois da limpeza química a variável voltou a operar de forma ideal para o sistema, com recuperação de 47%.

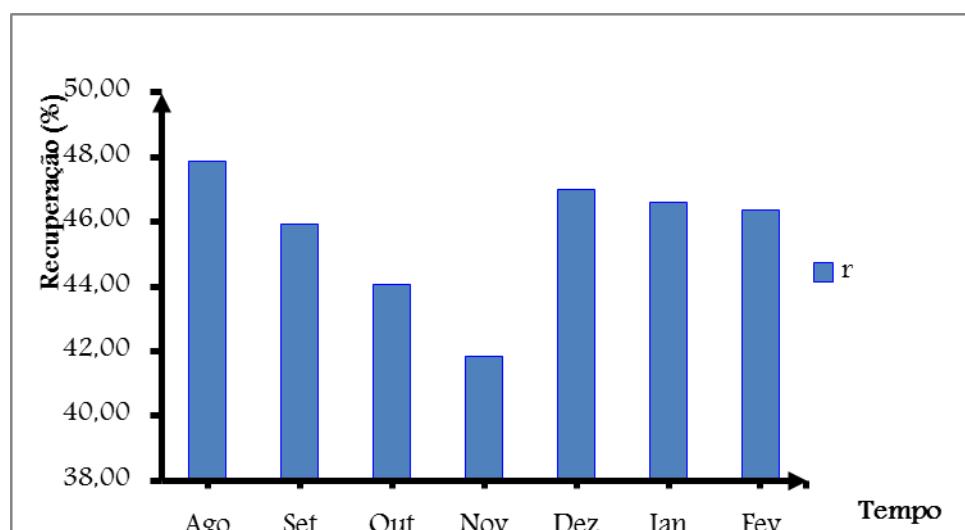


Figura 4: Recuperação do sistema de membranas. 2013-2014

A partir do monitoramento das vazões através dos rotâmetros foi possível avaliar a recuperação do sistema, esta variável pode auxiliar o momento da manutenção, como: troca de filtros, ajuste do pré-tratamento ou aplicação de uma limpeza química dos elementos de membrana.

A Figura 5 mostra a vazão do permeado que é uma das variáveis mais prejudicadas quando as membranas estão sujas com matérias inorgânicas, sua vazão média no permeado, era de 25 L/h antes da queda para 22 L/h no mês de Novembro.

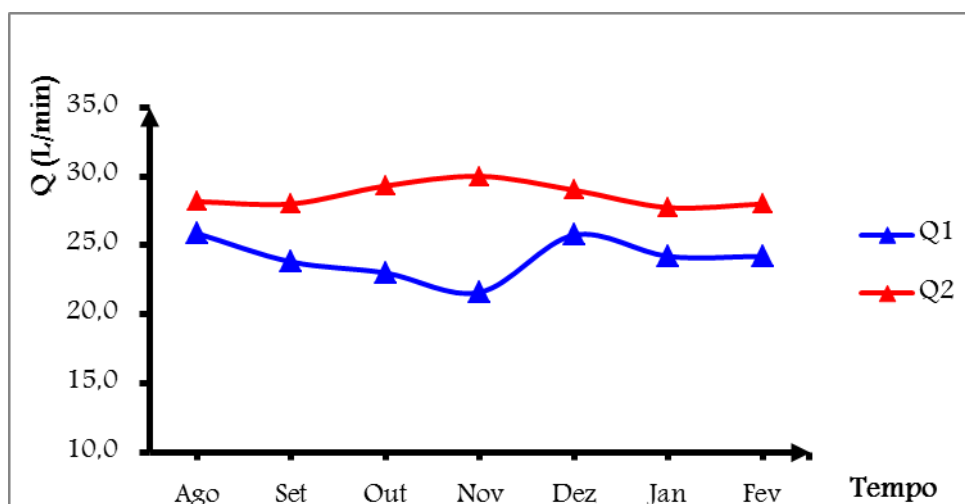


Figura 5: Vazão média do permeado 24,1 L/min.(Q1) e vazão do concentrado 28,0 L/min. (Q2).

A Figura 5 mostra que, com o tempo de operação do sistema, as vazões do permeado tendem a diminuir devido ao entupimento na superfície da membrana, com isso, as membranas com o tempo de utilização precisam dos cuidados da limpeza química para que seu funcionamento continue o esperado das condições iniciais do projeto.

A Figura 6 mostra o comportamento da variação das pressões de operação do sistema, ou seja, pressões de entrada e saída. Observa-se que com o tempo de operação, a pressão necessária para produzir a quantidade de água desejada, pressão de entrada, se mantém praticamente constante. Enquanto a pressão de saída, ou pressão do concentrado, diminui com o tempo de operação.

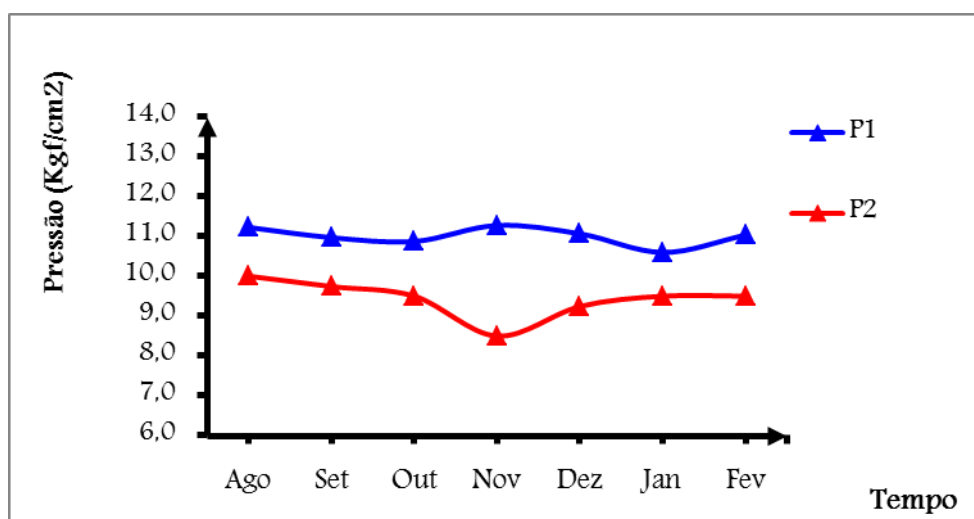


Figura 6: Variação das pressões médias de operação do sistema. Pressão de entrada (P1), pressão de saída (P2).

Este comportamento se dá devido ao processo de incrustação dos elementos de membrana. O sistema aplica praticamente a mesma força por unidade de área de membrana para dessalinizar cada vez menos água, devido à obstrução por depósitos de cristais nos poros dos elementos de membrana.

A diminuição da pressão de saída ocorre devido às perdas de carga nas superfícies das membranas. Durante o processo de dessalinização, perde-se pressão por conta da resistência do polímero que constitui as membranas. O polímero oferece resistência à passagem da água e dos sais, que é então somada à resistência causada pelos depósitos de sais nas superfícies das membranas (SILVA, 2009).

A pressão média de entrada foi de 11,0 kgf/cm² enquanto a pressão média de saída chegou a um valor aproximado de 9,4 kgf/cm², representando cerca de 14% de diferença entre as pressões, indicando o momento de manutenções como a limpeza química.

CONCLUSÕES

A vazão do sistema tende a diminuir com o tempo devido os depósitos de sais presentes na superfície das membranas e aos altos índices de concentração de sais presentes na corrente de alimentação, consequentemente a recuperação do sistema e a qualidade da água produzida também diminuem.

Quando a diferença de pressão das membranas (P1-P2) for superior a 15% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que as membranas precisam de uma limpeza química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARTAXO, J. M., FERREIRA, W. B., SILVA, S. K., PEREIRA, M. L. F. P., SILVA, J. N., MONTEIRO, G. S., FRANÇA, K. B., Avaliação de técnicas de pré-tratamentos de águas salobras para fins de dessalinização via osmose inversa. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, 2006.
- STRATHMANN, H., GIORNO, L., DRIOLI, E. An Introduction to Membrane Science and Technology. Institute on Membrane Technology. University of Calabria. Italy, 2006.
- HABERT, A.C., BORGES, C.P. e NÓBREGA, R., Processos de separação com membranas. Escola Piloto de Engenharia Química, COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Química - Rio de Janeiro, 2006.
- CARVALHO, C. Brasil e restante do mundo sentem reflexos da escassez de água. Revista Amanhã. O Globo. Rio de Janeiro, 2013.
- NASHAR, A. M. History and Current Status of Membrane Desalination Process. Encyclopedia of Life Support Systems - EOLSS Publishers. Paris. France, 2009.

6. LIRA, W. S.; Recursos Naturais: uma abordagem multidisciplinar. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB; Realize, 2012.
7. DOW LATIN AMERICA, A tecnologia de membrane de osmose reversa. Boletim Técnico, 1996.
8. TAYLOR, J.S., JACOBS, E.P., Reverse osmosis and nanofiltration. In: Joel Mallevialle et al (eds), Water Treatment Membrane Processes, pp. 9.1-9.70. McGraw Hill, New York, 1996.
9. SILVA, S.K. Sistema de Dessalinização da comunidade de Uruçu – São João do Cariri – PB: Análises, Monitoramento e Avaliação de um Misturador para o uso do Concentrado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2008.