MONITORAMENTO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO TRATAMENTO DE ÁGUA SALINA POR OSMOSE REVERSA

Flávia Luisa Pires Enembreck (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Ana Carolina Barbosa Kummer (Orientadora), e-mail: ackummer@hotmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil

Engenharia Sanitária. Tratamento de águas de abastecimento e residuárias.

Palavras-chave: dessalinização, água salobra, filtração por membranas.

Resumo

Com a identificação do problema da intrusão da água do mar no manancial de abastecimento, em Praia de Leste, litoral do Paraná, propôs-se a implantação de um sistema de dessalinização de água salobra, utilizando ultrafiltração e osmose reversa. Com este trabalho, realizou-se o monitoramento de parâmetros físico-químicos por meio de análises com as amostras dos pontos de coleta do sistema, sendo eles: tanque de mistura, saída da ultrafiltração e saída da osmose reversa. Durante o período analisado, de 15 dias, coletaram-se amostras do tratamento da água salobra com concentração de 1.000 mg L^{-1} de sólidos dissolvidos totais (SDT). O sistema de filtração por membranas mostrou-se eficiente com valores superiores a 95% de remoção para os parâmetros dureza, cloretos e sulfato, e com a média de redução de 97,6% da condutividade elétrica.

Introdução

Com o aumento da demanda de hídrica e a escassez da disponibilidade de água doce em várias regiões do Brasil e no Mundo, os sistemas de dessalinização de água surgem como uma das alternativas para suprir a demanda de água de boa qualidade.

O processo de dessalinização refere-se ao tratamento de água salgada, onde os sais são removidos por processos físico-químicos, tornando essa água doce e/ou potável. Em todo mundo essa conversão da água salina em doce pode ser realizada por diferentes métodos, tais como: dessalinização térmica, método por congelamento, destilação multiestágios e osmose reversa (SABESP, 2015), esse último o mais conhecido e amplamente utilizado no Brasil.

O balneário de Praia de Leste, região litorânea do Estado do Paraná, atualmente sobre com problemas de intrusão da água do mar no manancial de abastecimento, trazendo problemas no tratamento e qualidade da água distribuída à população. Na busca por resolver este problema foi proposto a implantação de um sistema sustentável, em escala piloto, para dessalinização de água salobra em Praia de Leste, utilizando ultrafiltração e osmose reversa, através de um convênio entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), a University of North Texas (UNT), University College London (UCL) e a Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. A região possuiu população flutuante elevada o que reforça a necessidade de buscar novas alternativas de tratamento de água visando a expansão do sistema de abastecimento de água da região.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de um sistema sustentável de tratamento de água salina composto por ultrafiltração e osmose reserva através do monitoramento de parâmetros físico-químicos do afluente, efluente e pontos intermediários.

Materiais e Métodos

Sistema de tratamento

Em agosto de 2016 foi instalado um sistema de dessalinização nas dependências da Estação de Tratamento de Água - (ETA) do Balneário de Praia de Leste, litoral do Paraná, objetivando o tratamento de água salobra, uma vez que a região sofre com problemas de intrusão da água do mar no manancial de abastecimento (Rio das Pombas).
O sistema é composto por pré-tratamento (coagulação e ultrafiltração), seguido de filtração por membranas de osmose reversa, com capacidade de produzir 1,0 m^3 h^{-1} de água tratada.
Propôs-se nesse estudo, trabalhar com água salobra a partir da mistura da água bruta do Rio das Pombas com água do mar. Para isso, foram instalados três tanques para armazenamento das águas do rio, mar e mistura.
A operação do sistema de dessalinização teve início em setembro de 2016. Cessado o período de ajustes, realizou-se um experimento de tratamento (dessalinização) da água salobra com concentração de 1.000 mg L^{-1} de sólidos dissolvidos totais (SDT). O sistema foi operado nessas condições durante 15 dias, entre 14/novembro e 02/dezembro de 2016. Para cada dia, o sistema era mantido em funcionamento por cerca de 3,5±2 horas, totalizando ao final do experimento, 51 horas e 2 minutos de funcionamento do sistema de dessalinização.

Monitoramento do sistema – análises de água

Para o monitoramento do sistema, amostras de água foram coletadas no tanque de mistura da água do mar com a água do rio e nas saídas da ultrafiltração e da osmose reversa, caracterizando três pontos de coleta.
Para cada dia de funcionamento do sistema, eram coletadas três amostras de água para cada ponto de coleta, obtendo-se, portanto, uma média diária. A coleta, o preparo e a análise das amostras seguiram as recomendações descritas em APHA (2005). Semanalmente as amostras eram levadas ao Laboratório de Saneamento e Instalações Hidráulicas da UEPG, Ponta Grossa-PR, para análise de pH, condutividade elétrica, cloretos, dureza e sulfato, conforme metodologia descrita em APHA (2005).
Análise dos dados
Efetuou-se uma análise estatística compreendida pelo cálculo da média e desvio padrão dos resultados obtidos no período do experimento além do cálculo da eficiência de remoção de sulfato, cloretos e dureza pelo sistema de dessalinização.

Resultados e Discussão

Os resultados relativos ao monitoramento do sistema de dessalinização quanto ao pH, condutividade elétrica, concentração de cloretos (Cl^-), dureza e sulfato (SO_4^{2-}), encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados médios de pH, condutividade elétrica, cloretos, dureza e sulfato nas amostras de água analisadas.

Data	pH			CE (µS/m)			Cloretos (mg Cl^-/L)			Dureza (mg $CaCO_3$/L)			Sulfato (mg SO_4^{2-}/L)		
	AB	UF	OR	AB	UF	OR	AB	UF	OR	AB	UF	OR	AB	UF	OR
14/11	6,9	6,7	6,2	626,4	629,5	14,4	442,7	436,5	4,7	144,6	154,0	0,0	95,3	62,9	0,2
15/11	6,9	6,4	6,2	578,0	582,6	11,2	389,6	378,6	1,6	123,5	118,9	0,0	85,7	54,0	0,2
16/11	6,9	6,5	6,1	627,5	631,7	14,0	439,6	436,5	1,6	147,7	143,2	0,0	92,5	70,5	2,0
17/11	6,7	6,2	6,2	605,1	610,1	16,4	409,9	411,5	1,6	142,3	140,5	0,0	88,4	64,4	1,9
18/11	6,9	6,5	6,2	593,8	599,1	14,1	388,0	395,8	1,6	135,8	145,5	0,0	87,3	61,4	1,2
21/11	7,0	6,4	6,1	477,6	613,4	16,4	414,6	416,1	1,6	153,8	152,7	0,0	81,4	67,0	1,6
22/11	6,9	6,5	6,1	601,8	605,7	15,0	395,8	405,2	0,0	140,9	142,3	0,0	79,3	63,0	1,8
23/11	7,0	6,2	6,2	613,7	615,8	14,3	406,8	414,6	0,0	144,1	140,9	0,0	82,6	67,5	5,1
24/11	6,6	6,3	6,0	584,8	567,7	17,7	419,9	442,2	0,0	148,4	152,3	0,0	78,2	69,1	0,4
25/11	6,8	6,2	6,0	573,2	553,8	12,8	397,7	407,2	0,0	139,8	147,3	0,0	79,1	66,3	1,1
28/11	6,8	6,1	5,8	580,0	560,8	13,5	410,4	413,6	0,0	144,8	154,5	0,0	82,1	67,9	1,3
29/11	6,8	6,3	6,0	579,0	557,5	13,0	404,0	413,6	1,6	139,4	153,4	0,0	83,1	67,2	1,2
30/11	6,9	6,3	5,9	581,0	558,5	12,0	405,6	418,4	0,0	147,0	154,8	0,0	82,1	61,9	1,4
01/12	6,8	6,5	6,3	564,3	569,0	13,8	426,3	432,7	0,0	152,9	167,4	10,0	82,4	63,5	0,0
02/12	6,9	6,6	6,4	559,0	564,0	12,1	418,4	435,9	1,6	152,2	153,3	7,6	82,1	65,4	0,3
Média	6,8	6,4	6,1	583,0	587,9	14,0	411,3	417,2	1,0	143,8	148,1	1,2	84,1	64,8	1,3
DP	0,1	0,2	0,1	35,8	28,1	1,8	16,3	17,4	1,3	7,7	10,7	3,1	4,9	4,0	1,2

*AB = água salobra bruta; UF = amostra de água coletada na saída da ultrafiltração; OR = amostra de água coletada na saída da osmose reversa; CE = condutividade elétrica; DP = desvio padrão.

Observa-se na Tabela 1 que houve uma redução nos valores pH e condutividade elétrica. O mesmo foi observado para dureza, cloretos e sulfatos, principalmente após a passagem pelo sistema de osmose reversa, onde os valores, em sua maioria, se aproximaram de zero. Com relação ao pH, em geral, os resultados estão dentro do padrão para consumo humano proposto pela Portaria no 2914/2011 do Ministério da Saúde (entre 6 e 9,5). Na análise de dureza e de cloretos, os valores obtidos para as amostras de mistura da água do mar com a água do rio (MIX) e as de ultrafiltração (UF) foram análogos, até tornarem-se praticamente nulos depois da passagem pelo sistema de osmose reversa. E, os resultados na análise de sulfatos mostraram uma redução a partir da ultrafiltração até a osmose reversa, sendo os resultados, destas últimas, praticamente nulos.

Avaliando os dados obtidos nas análises realizadas, pode-se considerá-los satisfatórios devido à remoção dos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), perceptível na redução da condutividade elétrica, bem como à redução dos demais compostos químicos.

Conclusões

Pelo monitoramento dos parâmetros físico-químicos do afluente (água de mistura, ponto intermediário (ultrafiltração) e efluente (saída da osmose reversa) durante a pesquisa, conclui-se que o sistema de dessalinização se mostrou eficiente.
No período de estudo, a implantação e operação dos sistemas de ultrafiltração e osmose reversa, em Praia de Leste (PR) se sucedeu conforme o cronograma, com eficácia nas coletas das amostras e seu respectivo transporte ao Laboratório de Saneamento da Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Através das análises físicas e químicas, foram observados valores de remoção superiores a 95% para os parâmetros dureza, cloretos e sulfato, refletindo na redução da condutividade elétrica, que em média foi de 97,6. Com base nos resultados obtidos de cada parâmetro monitorado no projeto, a água que sai do sistema encontra-se em conformidade com o esperado para potabilidade de água, cumprindo-se assim o objetivo do sistema de tratamento de água salobra.

Agradecimentos

À Profa. Dra. Ana Carolina Barbosa Kummer, pela orientação, dedicação, apoio e compreensão durante as análises e as pesquisas.
À Profa. Dra. Giovana Kátie Wiecheteck pela atenção e acolhimento no projeto.
Ao Juliano Penteado de Almeida pela co-orientação e por colaborar com o desenvolvimento do trabalho.
A todos os envolvidos na pesquisa de Dessalinização e Reúso, principalmente à Tatiane Bovaroti, pela paciência e disposição nas análises, e aos integrantes do laboratório de saneamento da UEPG.
À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade e pelo acesso à Iniciação Científica.
À Fundação Araucária pelo fornecimento da bolsa de estudos.

Referências

ALMEIDA, J. P. de. **Eficiência de um sistema de dessalinização de água salobra utilizando ultrafiltração e osmose reversa,** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental - Área de Concentração: Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

APHA; AWWA; WEF. EATON, A.D.; et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dessalinização de água**. São Paulo: SABESP. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=100>. Acesso em: 19 set. 2015.