AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMA PILOTO DE DESSALINIZAÇÃO COM ULTRAFILTRAÇÃO E OSMOSE REVERSA COM A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Matheus Wesley Andrade Moreira (Fundação Araucária), Giovana Kátie Wiecheteck (Orientadora), giovanawiecheteck@hotmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/SCATE

3.07.02.00-3 Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias
3.07.02.04-6 Técnicas Avançadas de Tratamento de Águas

Palavras-chave: dessalinização de água, qualidade da água, ultrafiltração, osmose reversa, energia solar.

Resumo

A água salobra pode ser dessalinizada e se tornar própria ao consumo humano. O objetivo deste trabalho é analisar a qualidade da água em um sistema piloto instalado em Praia de Leste, litoral do Paraná, com uso de energia solar. O sistema piloto compõe-se por ultrafiltração, abrandamento e osmose reversa. A água salobra analisada foi obtida pela mistura da água do Rio das Pombas, manancial de abastecimento de Praia de Leste, com a água do mar nas concentrações de 3500 e 7000 ± 100 $mg \cdot L^{-1}$ de sólidos dissolvidos totais. O sistema foi operado por 20 dias, tendo sido analisados os parâmetros de dureza e alcalinidade e concentração de sulfato, cálcio e cloreto no Laboratório de Saneamento da UEPG, a partir de amostras de água coletadas em 6 pontos do sistema piloto. Todos os parâmetros analisados tiveram eficiência adequada quanto a sua remoção no sistema piloto. A energia elétrica para o processo veio dos painéis solares e foi complementada pela rede da concessionária local.

Introdução

A água salobra ou salina pode passar por processos de dessalinização e se tornar própria para o uso humano em atividades como irrigação de plantações e consumo. O processo de osmose reversa (OR) é o mais utilizado no Brasil para este fim. Entretanto, segundo Charcosset (2009), o consumo de energia neste sistema é alto e depende das condições da água quando de sua entrada no sistema.

É comum que sejam adotados sistemas de pré-tratamento a fim de melhorar a eficiência do sistema de OR, do tipo ultrafiltração (UF), que é eficiente na remoção de partículas em suspensão. De acordo com Porto et al. (2001), a concentração de sais presente na água que é resíduo do processo pode ser de 2 a 10 vezes maior que na água bruta, sendo que se pode ter até 60% do total de água na forma de resíduo.

A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) abastece o Balneário de Praia de Leste, litoral do Paraná, com água do Rio das Pombas, o qual é contaminado pela água do mar quando da ocorrência de maré alta. Por conta disto, o tratamento da água é prejudicado devido à alta concentração de sais – torna-se necessária a utilização de um sistema que seja capaz de regularizar a concentração de sais na água. Assim, a partir de um convênio entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), a SANEPAR, a *University of North Texas* (UNT) e a

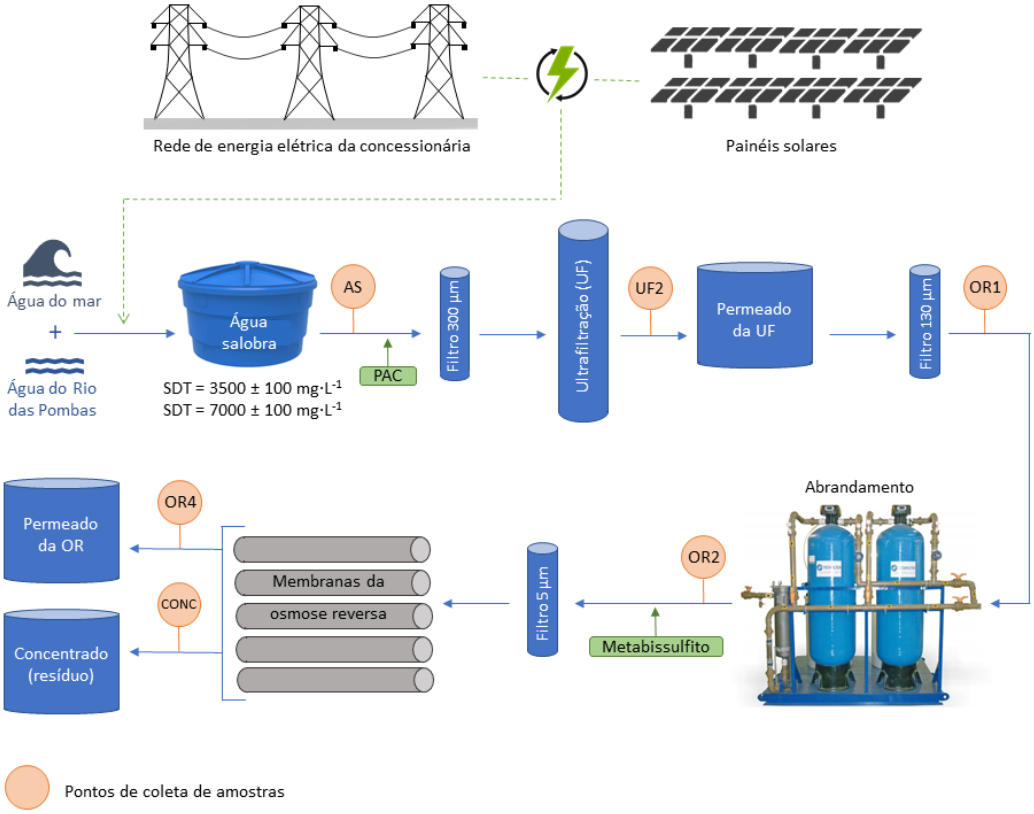
University College London (UCL), foi instalado um sistema piloto para dessalinização da água utilizando-se de ultrafiltração seguida por osmose reversa.

O objetivo do projeto de pesquisa é analisar a qualidade da água no sistema piloto considerando-se 2 concentrações de sólidos dissolvidos totais (SDT) e com uso de energia solar. Serão analisados os parâmetros de dureza e alcalinidade e concentração de sulfato, cálcio e cloreto.

Material e Métodos

Os parâmetros de qualidade da água foram analisados de acordo com os métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 1999). A figura 1 contém uma representação esquemática do sistema piloto e dos pontos de coleta das amostras de água.

Figura 1 – Fluxograma esquemático do sistema piloto de dessalinização.



A partir da mistura da água do Rio das Pombas com a água do mar era obtida a água salobra (AS) destinada à alimentação do sistema piloto, tendo sido realizadas misturas nas concentrações de SDT = 3500 ± 100 mg·L^{-1} (experimento 1) e 7000 ± 100 mg·L^{-1} (experimento 2). Uma amostra de água era coletada no ponto AS e o fluxo de água recebia adição do cloreto de polialumínio (PAC), coagulante utilizado no tratamento da água. A água coagulada passava por um filtro de 300 µm e seguia para a membrana de UF, com poros de diâmetro nominal igual a 20 nm. Após a UF, coletava-se a amostra de água identificada como UF2, e a água ficava armazenada no tanque Permeado da UF. A amostra OR1 era coletada após um filtro de disco de 130 µm e antes do abrandamento. O sistema de abrandamento era composto por 2 cilindros, um deles em operação e o outro em *stand by*, e após esta etapa era coletada a amostra OR2. Antes das membranas de OR era adicionado metabissulfito de sódio para proteção das membranas devido às concentrações de cloreto na água, causadas pela adição de PAC. A água passava por um filtro de

cartucho de 5 µm e seguia para as membranas de OR, que tinham poros de 1 nm e 42 m² de área de filtração em 5 membranas de escoamento horizontal. Finalmente, a água dessalinizada seguia para o tanque de armazenamento (Permeado da OR) e o resíduo gerado no sistema era armazenado no tanque Concentrado.

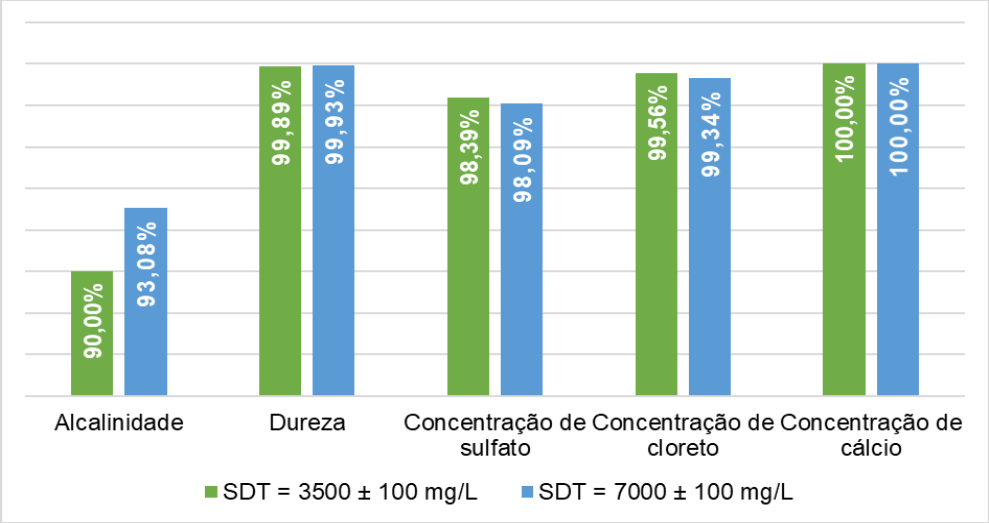
As amostras de água, colocadas em frascos de plástico de 1 L, eram acondicionadas em caixas térmicas e enviadas, uma vez por semana, ao Laboratório de Saneamento da UEPG para a realização das análises dos cinco parâmetros citados anteriormente. As amostras foram coletadas três vezes ao dia, em cada um dos vinte dias de operação, no período de maio a junho de 2018.

Resultados e Discussão

Eficiência do sistema piloto

A figura 2 contém as eficiências médias globais do sistema piloto calculadas entre os pontos AS (início do sistema piloto) e OR4 (saída do sistema).

Figura 2 – Eficiências médias globais de redução de cada parâmetro analisado.



O sistema piloto foi capaz de diminuir a alcalinidade das amostras de água em todas as etapas do processo, e a eficiência média de remoção foi maior para o experimento 2, chegando 93,08%. No experimento 1 o pré-tratamento com UF foi o principal responsável pela redução da alcalinidade, ao passo que no experimento 2 a alcalinidade foi removida principalmente pelo sistema de OR.

A eficiência média global de remoção da dureza da água foi maior que 99%, nos 2 experimentos. Para a água potável, admite-se 500 $mg \cdot L^{-1}$ como máximo valor possível para a dureza, de acordo com a Portaria nº 2914 (BRASIL, 2011).

Os dois experimentos alcançaram eficiências médias maiores que 98% na diminuição da concentração de sulfatos, tendo sido o sistema de OR responsável pela maior parte desta redução. A legislação brasileira admite 250 $mg \cdot L^{-1}$ como a máxima concentração possível de sulfato na água potável (BRASIL, 2017).

A maior redução na concentração de cloreto ocorreu logo após a passagem da água pelas membranas da osmose reversa e a eficiência global média foi, nos dois casos, maior que 99%. O maior valor permitido com relação a este parâmetro é de 250 $mg \cdot L^{-1}$ (BRASIL, 2017).

O sistema de OR foi responsável por complementar a redução da concentração de cálcio, realizada em grande parte pelo sistema de abrandamento, atingindo eficiência média global de 100% nas duas concentrações de SDT.

O sistema de OR apresentou consumo de 199,16 kWh de energia no experimento 1 e 189,45 kWh no 2. Os 8 painéis de energia solar forneceram, respectivamente, 42,18% e 14,25% da energia consumida. A energia necessária restante foi complementada pela rede da concessionária de energia elétrica, e o sistema de osmose reversa foi responsável pelo maior consumo de energia em relação ao consumo global de todo o sistema piloto.

A Tabela 1 apresenta as concentrações de cada parâmetro analisado no ponto OR4 e os limites estabelecidos em legislações brasileiras.

Tabela 1 – Concentração, no ponto OR4, em $mg.L^{-1}$, de cada parâmetro analisado.

Parâmetro analisado	Experimento		Limite máximo da legislação
	1	2	
Alcalinidade	1,59	1,70	-
Dureza	1,35	2,40	500
Sulfato	4,26	9,46	250
Cloreto	5,78	22,20	250
Cálcio	0,00	0,00	-

Conclusão

O sistema piloto apresentou eficiência média de remoção global maior ou igual a 90% para todos os parâmetros analisados. Houve diminuição total da concentração de cálcio. Os limites dos parâmetros de potabilidade definidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2017), que são dureza, concentração de sulfato e concentração de cloreto, foram atendidos.

A maior parte da energia consumida pelo sistema piloto foi no sistema de osmose reversa – em torno de 56% da energia total. Pode-se concluir, finalmente, que o sistema piloto apresentou eficiência satisfatória na redução da concentração de todos os parâmetros analisados.

Agradecimentos

À Fundação Araucária, pelo incentivo à pesquisa a partir de bolsas de estudo.

À UEPG, por ter possibilitado a realização desta pesquisa.

Ao engenheiro João F. Junior, pelas valiosas discussões sobre o assunto.

Referências

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington. 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Anexo XX da portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 3 de outubro de 2017.** Dispõe sobre o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2.914 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.

CHARCOSSET, C. A review of membrane processes and renewable energies for desalination. **Elsevier: Desalination,** Lyon, 2009. 214-231 p.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Uso do Rejeito da Dessalinização de Água Salobra para Irrigação da Erva-Sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PE, v.5, p.111-114, 2001.