REDE
ISSN:1982-5528
Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

FILTRAÇÃO EM MARGEM DE MAR COMO PRÉ-TRATAMENTO PARA A DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA

Sea margin filtration as pre-treatment for water dessalinization

Maurício Luiz Sens[1]
Tiago Burgardt[2]

RESUMO:

Considerando a crescente preocupação mundial sobre a carência dos recursos hídricos em virtude da poluição por processos antrópicos e o crescimento populacional desenfreado, a água doce em sua forma potável é um recurso encontrado em situação de escassez em diversas regiões. Dessa forma, fontes alternativas como a água dos oceanos (salinidade superior a 30%) são opções a falta de água doce (salinidade inferior a 0,5%). Para tornar-se própria ao consumo humano, a água dos oceanos necessita sofrer o processo de dessalinização. A dessalinização é uma técnica que utiliza processos de separação térmica ou separação por membranas para remover os sais presentes na água do mar. Entre as técnicas de separação por membranas, destaca-se a Osmose Inversa (OI), técnica atualmente consagrada no cenário mundial e já utilizada em diversos países do mundo, como Austrália, Espanha, Israel, entre outros. Para que o processo de tratamento por membranas de OI seja realizado de maneira adequado, deve-se adequar a passagem da água bruta dos oceanos através das membranas por meio de uma etapa denominada de pré-tratamento. Entre os pré-tratamentos utilizados destaca-se a filtração em margem de mar, técnica capaz de produzir bons resultados de tratamento e reduzir o custo operacional de uma etapa de pré-tratamento. Assim, o presente trabalho tem por objetivo a análise de um sistema de captação angular em margem de mar localizado na Barra da Lagoa, Município de Florianópolis, SC, por meio de parâmetros físico-químicos. Os resultados obtidos pela técnica de pré-tratamento apresentaram remoção para os parâmetros turbidez (94%), cor aparente (82%), provando assim a capacidade do sistema em remover com eficiência a presença de sólidos suspensos presentes na água bruta do mar.

Palavras-chave: Filtração em margem de mar, Osmose Inversa, Pré-tratamento.

ABSTRACT:

Considering the growing worldwide concern about the lack of water resources due to man-made pollution and unbridled population growth, fresh water in its drinking form is a resource that has been found to be scarce in several regions. Thus, alternative sources such as ocean water (salinity greater than 30%) are options for lack of fresh water (salinity less than 0.5%). To become fit for human consumption, ocean water needs to undergo the desalination process. Desalination is a technique that utilizes thermal separation or membrane separation processes to remove the salts present in the seawater. Among the membrane separation techniques, it is worth mentioning Reverse Osmosis (OI), a technique currently used in the world scenario and already used in several countries around the world, such as Australia, Spain, Israel, among others. In order for the OI membrane treatment process to be carried out in an appropriate manner, the passage of the raw ocean water through the membranes should be adjusted by a so-called pretreatment step. Among the pre-treatments used, it is worth noting the filtration in the sea, a technique capable of producing good treatment results and reducing the operational cost of a pretreatment stage. Thus, the present work has the objective of analyzing a system of angular uptake in the sea shore located in Barra da Lagoa, Municipality of Florianópolis,

[1]Universidade Federal de Santa Catarina. mauricio.sens@ufsc.br
[2]Universidade Federal de Santa Catarina. mauricio.sens@ufsc.br

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

SC, through physicochemical parameters. The turbidity (94%), apparent color (82%) removal of the pre-treatment results, thus proving the ability of the system to efficiently remove the presence of suspended solids present in the raw sea water.

Keywords: Seawater filtration, Reverse Osmosis, Pretreatments.

1 OBJETIVO

Entre as técnicas de dessalinização mais utilizadas na produção de água própria ao consumo humano destaca-se a OI, técnica a qual apresentou diversos avanços e melhorias nos últimos anos. Para se utilizar a técnica de OR de maneira adequada, a água de entrada nas membranas deve apresentar valores de qualidade pré-determinados para que a técnica apresente um desempenho adequado e seja economicamente viável. Entretanto, devido a deterioração da qualidade das águas dos oceanos, um dos principais problemas referente à utilização da técnica ocorre devido a um fenômeno denominado de fouling. Este fenômeno é o principal responsável pela deterioração das membranas de OR, e consequentemente na redução de sua vida útil e desempenho. Os contaminantes presentes na água de alimentação responsáveis pelo fouling são: materiais particulados, sais inorgânicos precipitados, metais oxidados e matéria orgânica dissolvida. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de pré-tratamentos que adequam a qualidade da água bruta dos oceanos a passagem pelas membranas. Dentro deste contexto, entre as tecnologias de pré-tratamento empregadas, destaca-se a filtraçãoem sedimento do mar, técnica semelhante a filtração em margem na qual se utilizam poços coletores construídos próximos ao mar que podem apresentar diferentes configurações, dependendo dascondições hidrogeológicas do local. A utilização dos poços coletores apresenta como vantagem a filtração contínua sem a ocorrência de colmatação do meio filtrante, uma vez que a movimentação constante das massas de água (ondas) no local impede que esse fenômeno aconteça, além de proporcionar a dissipação dos coloides retidos no oceano. As principais formas de remoção dos contaminantes ocorrem por meio de processos naturais, tais como: filtração (coagem), dispersão, adsorção, biodegradação, precipitação química e diluição. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência, por meio de parâmetros físicos e químicos, de um sistema de filtração em sedimento de praia com configuração angular dentro do município de Florianópolis, Santa Catarina durante os meses de agosto e setembro de 2016.

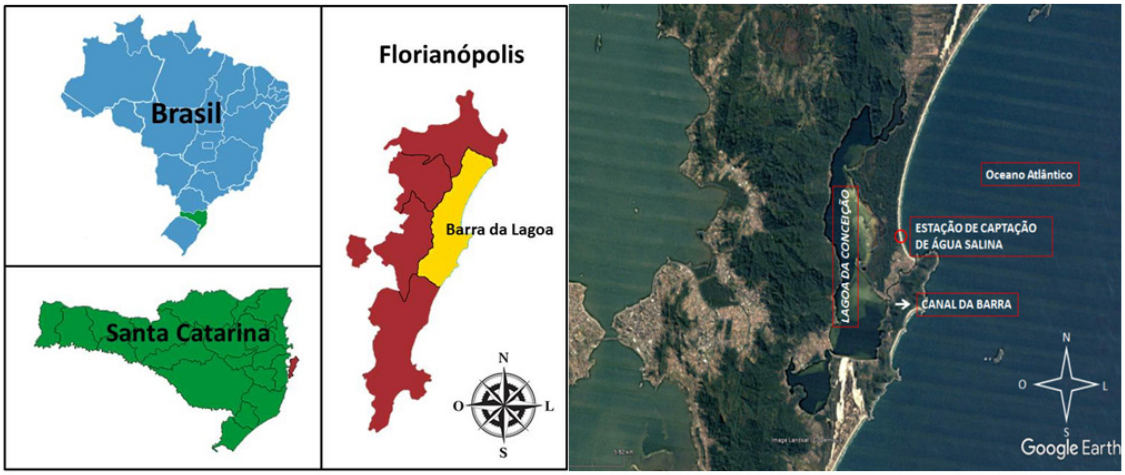
2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado na localidade Barra da Lagoa, situada no município de Florianópolis, o qual ocupa uma área de 438,5 km2, entre as coordenadas geográficas 27°10’ e 27°50’ latitude sul, e entre 48°25’ e 48°35’ de longitude oeste. A localidade da Barra da Lagoa foi escolhida, pois além de apresentar requisitos básicos como segurança e facilidade na obtenção de energia elétrica, apresenta um relevo que tende a possuir um lençol de água salina a uma menor profundidade, facilitando a obtenção dessa água sem a interferência do lençol de água doce. Isso se deve ao fato do local possuir um relevo plano e encontrar-se a uma altura ao nível do mar, além de encontrar-se localizado dentro da própria praia a aproximadamente 40 metros do mar, requisitos necessários para a construção de unidades de filtração em sedimento de praia. Uma ilustração da localização do sistema de captação pode ser observada na figura 1.

O sistema de captação angular conta com uma tubulação de sucção com 70 metros de

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10224 11/rede2018.1201.03

Figura 1 - Localização da estação de captação salina, Barra da Lagoa, Florianópolis/SC.



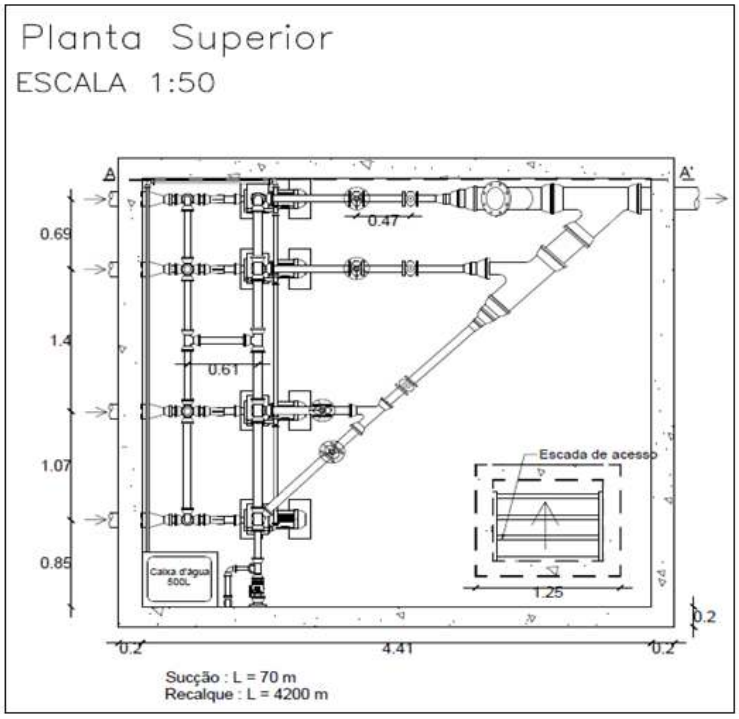
Fonte: Elaborada pelos autores/ Google Earth.

comprimento, sendo que 30 metros desta tubulaçãose encontram localizada dentro do mar.

Possui uma casa de bombas e uma tubulação de recalque com 4.200m de extensão. O sistema foi construído com tubulação de Policloreto de vinil (PVC) com diâmetro nominal (DN) de 160mm para sucção e DN 200mm para recalque. A sucção da água através das ponteiras é feita com auxílio de 4 bombas da marca Schneider com 4 cavalos (CV) de potência cada e revestimento em bronze, que operam recalcando em média 1000 m3/d. Todos os acessórios e conexões utilizados na estação de captação pode ser visualizado na figura 2.

Para impedir a passagem de areia ou sólidos de espessura pequena pelo sistema, as pon-

Figura 2 - Planta superior do sistema de captação angular de água salina.



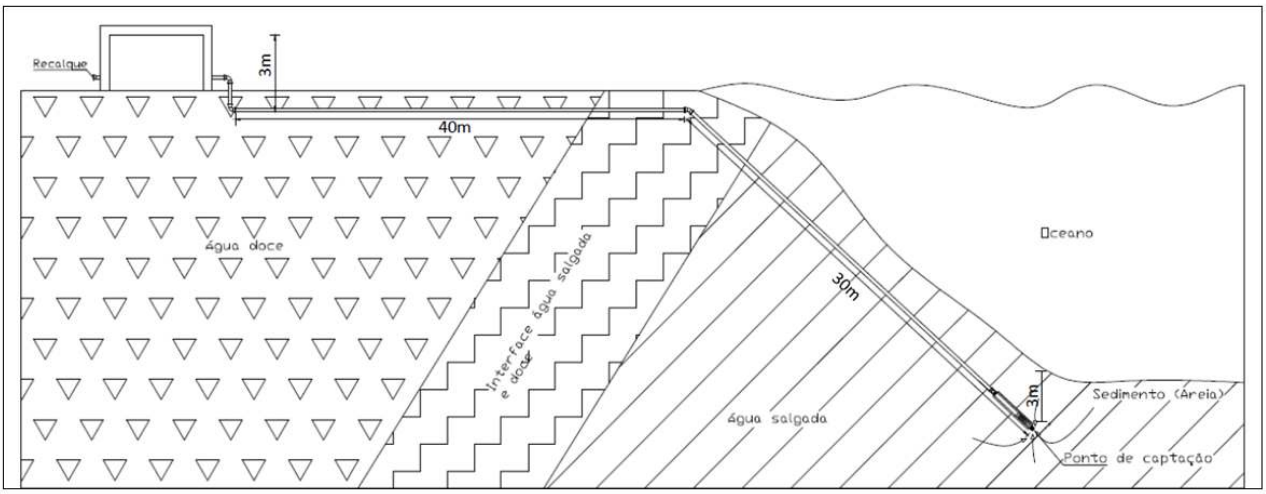
Fonte: Elaborada pelos autores.

teiras foram revestidas com uma tela de fito plâncton. Além da proteção contra a obstrução das ponteiras, caso exista a necessidade também pode ser realizado o procedimento de retrolavagem, a qual é realizada na ocorrência de diminuição do fluxo ou da qualidade da água filtrada. Uma figura de perfil

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

do sistema angular pode ser observada na figura 3.

Figura 3 - Perfil construtivo sistema de captação angular de água salina.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Assim, como forma de avaliar a eficiência do sistema de captação angular de água salina, foi realizado o monitoramento do sistema por meio de parâmetros físicos e químicos durante o período entre os meses de agosto e setembro com frequência semanal. Os parâmetros, equipamentos e técnica analítica podem ser visualizados no quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros, técnica analítica e equipamentos utilizados. **Fonte**: Elaborada pelos autores.

Parâmetro	Técnica analítica	Equipamento
Absorbância (cm^{-1})	5910b (APHA, 2005)	λ = 254 nm/ Espectrofotômetro UV-VIS Modelo SPECTRO 3000 W
Carbono orgânico dissolvido - COD ($mg.L^{-1}$)	5310b (APHA, 1999)	Combustão a alta temperatura/ analisador *Shimadzu*Toc 5000 A
Condutividade elétrica - CE ($mS.cm^{-1}$)	2510 (APHA, 1999)	Condutivímetro HACH
Cor Aparente (uH)	2120B (APHA, 2005)	Espectrofotômetro HACH DR 2800
Cor verdadeira (uH)	2120 (APHA, 2005)	Espectrofotômetro HACH DR 2800
Ondulação	-	Modelo de previsão WW3 e visualização local
pH	4500 (APHA, 2005)	pHmetro Orion 330
Salinidade ($g.kg^{-1}$)	2520b (APHA, 2012)	Condutivímetro HACH
Sólidos totais dissolvidos - STD ($mg.L^{-1}$)	2540b (APHA, 2012)	Método gravimétrico
Temperatura (ºC)	2550B(APHA, 2005)	Sonda Multiparâmetros HACH
Turbidez (uT)	2130b (APHA, 2012)	Turbidímetro portátil HACH 2100P

Fonte: Elaborada pelos autores.

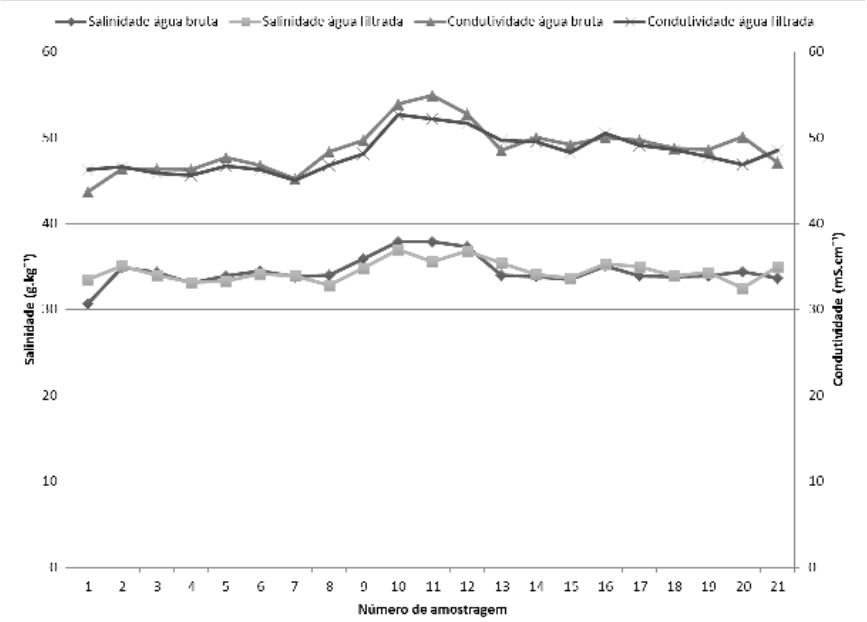
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio dos resultados obtidos, pode-se perceber que a água do sistema de captação angular era proveniente do oceano, ou seja, não ocorreu uma mistura com o lençol de água doce. De acordo com alguns pesquisadores, essa mistura deve ser evitada, uma vez que pode alterar a qualidade da

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

água produzida pelo sistema(Bartak et al., 2012; Missimer; Jones; Maliva, 2015; Todd; Mays, 2005). Assim, por meio dos parâmetros salinidade e CE pode-se perceber que os valores da água produzida foram bem próximos aos valores encontrados para a água bruta. Os valores médios da salinidade e CE para a água bruta foram de 34,5g.kg-1 e 48,7mS.cm-1, enquanto que a água produzida pelo sistema apresentou valores médios de 34,4g.kg-1 e 48,2mS.cm-1. O comportamento dos dados ao longo do período analisado pode ser observado na figura 4. Cabe ressaltar que a água bruta e a água filtrada apresentaram o mesmo valor de temperatura com média de 19,1ºC.

Figura 4 - Salinidade e Condutividade da água bruta e água filtrada pelo sistema angular.



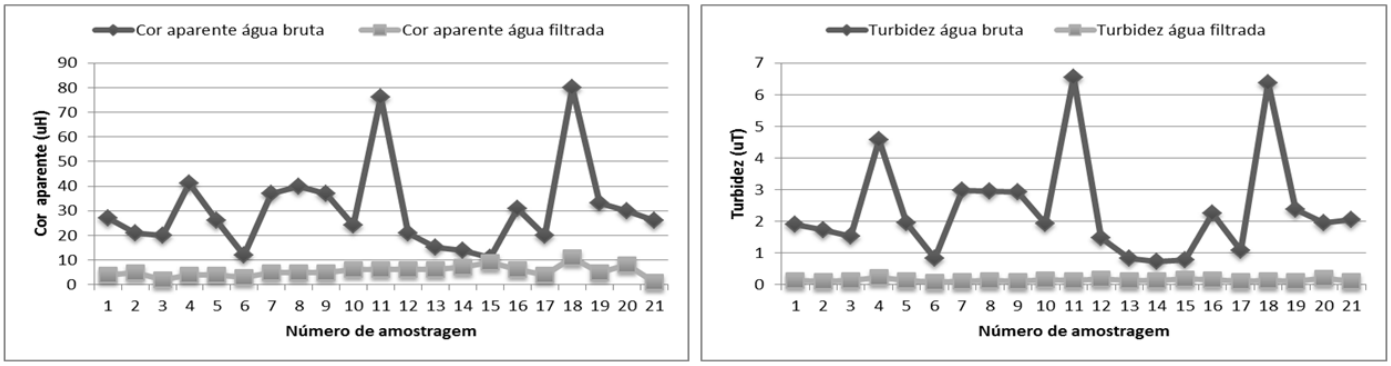
Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a verificação de que água produzida pelo sistema era do oceano, iniciou-se a verificação da eficiência do sistema angular.Analisando os parâmetros turbidez e cor aparente, foi possível perceber que houve uma redução desses parâmetros para a água produzida pelo sistema angular quando comparada a água bruta do local. O parâmetro turbidez apresentou valor médio de 0,13uT para a água filtrada, enquanto o valor médio para água bruta foi de 2,37uT, ou seja, remoção de aproximadamente 94%. Por sua vez a cor aparente apresentou valor médio de 5,3uH para a água filtrada e 30,6uH para a água bruta, aproximadamente 82% de remoção. Diversos autores citam que a filtração angular produz água com baixos valores de turbidez e cor aparente (Abdel-Jawad; Ebrahim, 1994; Fariñas; López, 2007; Missimer et al., 2013; Voutchkov, 2005, 2010). A alteração destes parâmetros na qualidade da água bruta ocorre devido a intensidade das ondulações que atingem o local. Neste caso, as ondulações de leste e sudeste incidiam de maneira mais intensa sobre o local de captação, revolvendo o fundo do mar e aumento o valor dos parâmetros turbidez e cor aparente. Por sua vez, as ondulações do quadrante sul, passavam pelo local de maneira perpendicular e menos intensa promovendo uma clarificação da água bruta.

Além da eficiência na remoção de sólidos suspensos, o sistema também se mostrou estável ao longo do tempo mesmo com as variações de qualidadeapresentadas pela água bruta, apresentando valores de turbidez sempre abaixo de 1,00uT e valores sempre abaixo de 10,00uH para cor aparente.

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

Figura 5 - Cor aparente da água bruta e água filtrada pelo sistema angular.

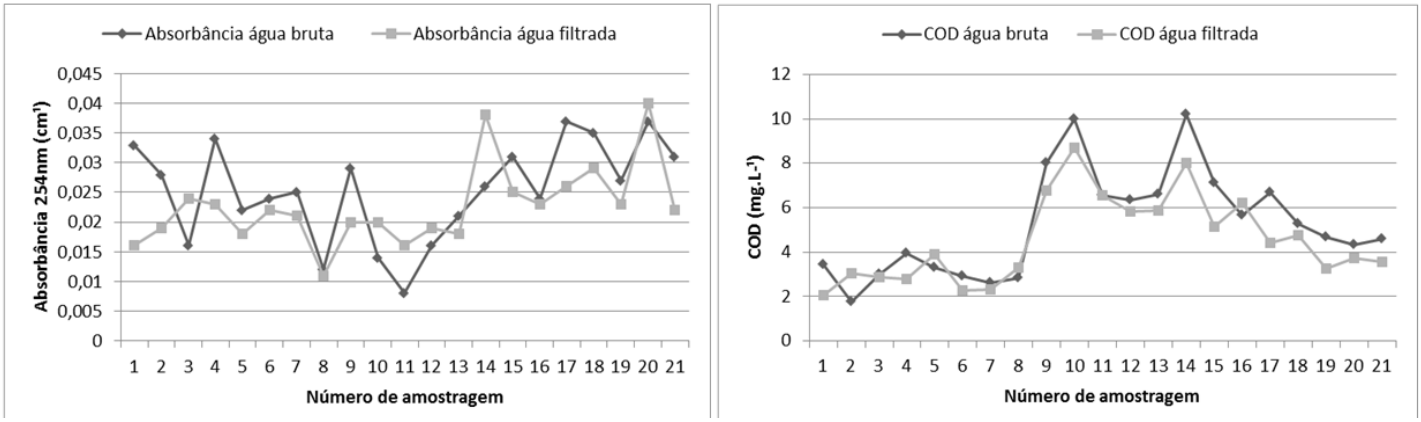


Fonte: Elaborada pelos autores.

O parâmetro cor verdadeira também foi avaliado e apresentou valores com média de 3,8uH para água bruta e 3,6uH para a água filtrada. Analisando os dados pode-se perceber que a diferença entre a cor aparente e a cor verdadeira da água bruta ocorre devido a presença de sólidos suspensos presentes na massa de água, uma vez que a água bruta possui valores mais elevados para o parâmetro turbidez. Já a água filtrada produzida pelo sistema angular apresentou valores próximos entre a cor aparente e a cor verdadeira, presumindo-se assim que a cor verdadeiraseja devido a presença de sólidos dissolvidos.

Também foram avaliados os parâmetros absorbância 254nm e COD com a finalidade de identificar a matéria orgânica dissolvida nas amostras. A absorbância 254nm da água bruta apresentou valor médio de 0,025cm-1 enquanto que a água produzida pelo sistema angular apresentou valor médio de 0,022cm-1, ou seja, remoção de aproximadamente 12%. Por sua vez o COD da água bruta apresentou média de 5,23mg.L-1, enquanto que a água produzida pelo sistema angular apresentou valor médio de 4,54mg.L-1, uma remoção de aproximadamente 13%. Por meio destes resultados pode-se observar que o sistema também apresenta remoção para as compostos orgânicos dissolvidos, entretanto, essa remoção é pequena uma vez que a areia não é indicada para a remoção de substância dissolvidas(Bartak et al., 2012; Fritzmann et al., 2007; Missimer et al., 2013). O comportamento de ambos os parâmetros ao longo do período de monitoramento pode ser visualizado na figura 6.

Figura 6 - Absorbância 254nm e COD da água bruta e água filtrada pelo sistema angular.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Além dos parâmetros discutidos anteriormente, também foram avaliados os parâmetros pH e STD. Para ambos os parâmetros a água produzida pelo poço apresentou valores um pouco abaixo

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

dos resultados encontrados para água bruta. O parâmetro pH apresentou média de 8,11 para a água produzida pelo poço e média de 8,31 para água bruta. Por sua vez o parâmetro STD apresentou média de 34,2g.L-1 para a água bruta e 33,2g.L-1 para a água filtrada pelo sistema angular. Por meio dos resultados pode-se perceber uma pequena redução de ambos os valores para a água produzida pelo sistema de filtração angular. Cabe ressaltar que os resultados de ambos os parâmetros são similares a valores apresentados por outros pesquisadores(Assiry et al., 2010; Crittenden et al., 2012; Missimer; Jones; Maliva, 2015; Voutchkov, 2005).

4 CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos pode-se perceber que a água bruta do mar sofre alterações de sua qualidade dependendo da intensidade da ondulação que incide sobre o local. O revolvimento do fundo, aumenta a quantidade de sólidos suspensos e consequentemente torna a água mais turva. Também foi possível perceber que o sistema de filtração angular em sedimento de mar promoveu a remoção dos sólidos suspensos de maneira eficiente, fato que pode ser observado por meio dos parâmetros turbidez e cor aparente que apresentaram remoção de 94% e 82% respectivamente. Também foi possível observar que mesmo com a alteração dos valores de turbidez e cor aparente encontrados na água bruta, a água produzida pelo sistema angular apresentou resultados estáveis durante o período de análise. Presume-se dessa forma que o sistema apresenta boa remoção de sólidos suspensos, uma vez que a areia fina encontrada no local é indicada para a remoção dessas substâncias. Também foi possível perceber que todos os parâmetros que analisaram a presença de substâncias orgânicas ou inorgânicas dissolvidas apresentaram pouca ou nenhuma alteração entre a água bruta e a água produzida pelo sistema. Isso se deve ao fato de que o meio filtrante, neste caso a areia, remove de maneira pouco eficiente as substâncias dissolvidas. Assim, a técnica de filtração em sedimento de praia apresenta-se como uma maneira promissora de produzir água com qualidade as membranas de OR, entretanto, outras análises, como SDI e TEP, devem ser realizadas para confirmar os resultados preliminares encontrados neste trabalho.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2018.1201.03

REFERÊNCIAS

ABDEL-JAWAD, M; EBRAHIM, S. Beachwell seawater intake as feed for an RO desalting system. **Desalination**, v. 99, n. 1, 1994. p. 57–71.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20a ed. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 1999.

ASSIRY, A. M; GAILY, M. H; ALSAMEE, M; SARIFUDIN, A. Electrical conductivity of seawater during ohmic heating. **Desalination**, v. 260, n. 1–3, 2010. p. 9–17.

BARTAK, R; GRISCHEK, T; GHODEIF, K; RAY, C. Beach Sand Filtration as Pre-Treatment for RO. Desalination. **International Journal of Water Sciences**, v. 1, n. 2, 2012.

CRITTENDEN, J. C; TRUSSELL, R. R; HAND, D. W; HOWE, K. J; Tchobanoglous, G. **MWH ' s Water Treatment**: Principles and Design. 3. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2012.

FARIÑAS, M; LÓPEZ, L. Á. New and innovative sea water intake system for the desalination plant at San Pedro del Pinatar. **Desalination**, v. 203, n. 1–3, 2007. p. 199–217.

FRITZMANN, C; LOWENBERG, J; WINTGENS, T; MELIN, T. State-of-the-art of reverse osmosis desalination. **Desalination**, v. 216, n. 1–3, 2007. p. 1–76.

MISSIMER, T. M; GHAFFOUR, N; DEHWAH, A. H. A; RACHMAN, R; MALIVA, R. G; AMY, G. Subsurface intakes for seawater reverse osmosis facilities: Capacity limitation, water quality improvement, and economics. **Desalination**, v. 322, 2013. p. 37–51.

MISSIMER, T. M; JONES, B; MALIVA, R. G. **Intakes and Outfalls for Seawater Reverse-Osmosis Desalination Facilities**: Innovations and Environmental Impacts. New York: Springer, 2015.

TODD, D. K; MAYS, L. W. **Groundwater Hydrology**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2005.

VOUTCHKOV, N. SWRO desalination process: On the beach - Seawater intakes. **Filtration and Separation**, v. 42, n. 8, 2005. p. 24–27.

_____. Considerations for selection of seawater filtration pretreatment system. **Desalination**, v. 261, n. 3, 2010. p. 354–364.