



Artigos

## Desenvolvimento de protótipo experimental de dessalinizador por osmose reversa para o tratamento em água salobra em áreas rurais

### Development of an experimental prototype of a reverse osmosis desalinator for the treatment of brackish water in rural areas

Elvio Caetano<sup>1</sup>; Romeu e Silva Neto<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup> Instituto Federal Fluminense (IFF), Campos dos Goytacazes, RJ

✉ [ecaetano@iff.edu.br](mailto:ecaetano@iff.edu.br), [romeuesilvaneto@gmail.com](mailto:romeuesilvaneto@gmail.com)

#### Resumo

#### Palavras-chave:

Dessalinização.  
Osmose Reversa.  
Pré-tratamento. Protótipo.  
Água Salobra.

A Osmose Reversa é reconhecida como um eficiente processo técnico que visa dessalinizar a água salobra por meio de membranas, cuja principal função é reter os sais. Sua eficiência depende de variáveis como temperatura, pressão, pH, concentração de sal e rendimento. O objetivo principal deste artigo visa conceber, projetar e construir um protótipo experimental de dessalinizador por Osmose Reversa para o tratamento de água salobra para consumo humano e irrigação em áreas rurais. Para o teste do protótipo, foram desenvolvidos experimentos utilizando amostras de solução (água salobra) equivalente às tipologias de águas captadas nos poços artesanais do município de São Francisco do Itabapoana-RJ, a fim de se verificar a possibilidade de se obter água no padrão necessário para atender às necessidades dos pequenos produtores rurais daquela região, bem como, da população local. A partir da análise de amostras em três níveis de concentração de sal (1,0‰; 2,0‰ e 3,0‰), geralmente encontrados nos poços com água salobra da região, foi possível obter, nas três concentrações analisadas, soluções isentas de sal, ou seja, com nível de salinidade de 0,00‰. O protótipo consegue atingir uma produção de 432 L/dia (equivalente a 18 L/h e 03 L/min). Esses resultados do protótipo experimental indicam a viabilidade técnica do dessalinizador por Osmose Reversa para o tratamento de água salobra para o uso em áreas rurais.

#### Keywords:

Desalination.  
Reverse osmosis.  
Pre-treatment.  
Prototype and brackish water.

#### Abstract

Reverse osmosis is recognized as an efficient technical process aimed at desalinating brackish water using membranes whose main function is to retain salts. Its efficiency depends on variables such as temperature, pressure, pH, salt concentration and yield. The main goal of this article is to conceive, design and build an experimental prototype of a reverse osmosis desalinator for the treatment of brackish water for the human consumption and irrigation in rural areas. To check whether the prototype could produce water able to meet the requirements of small farms in the region, as well as of the local population, the study carried out experiments using solution samples equivalent to the brackish water found in artesian wells in the municipality of São Francisco do Itabapoana, Rio de Janeiro. The prototype managed to produce a salt-free solution (0.00‰ salinity) using samples containing three different salt concentration levels (1.0‰, 2.0‰ and 3.0‰), all of which are generally found in the region's artesian wells with brackish water. Furthermore, the prototype can produce 432 liters per day, which is equivalent to 18 liters per hour or 3 liters per minute. These results demonstrate that the experimental prototype of the reverse osmosis desalinator is technically viable for the treatment of brackish water in rural areas.

Revisado por pares.

Recebido em: 05/07/2018.

Aprovado em: 11/12/2018.

DOI:<http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i3.29132>

## 1. INTRODUÇÃO

Há várias regiões do planeta onde o recurso hídrico é escasso. Regiões cuja disponibilidade hídrica apresenta-se extremamente crítica, onde a única solução para obtenção de água doce são os processos de dessalinização de águas salobras ou salgadas. Dentre as regiões escassas de água doce estão, por exemplo: países do Oriente Médio, na parte desértica; países como Austrália, Argélia, Espanha e Israel; regiões costeiras dos EUA; inúmeras ilhas ao redor do mundo como as ilhas gregas, a ilha de Páscoa no Chile, a ilha de Malta e a ilha de Fernando de Noronha no Brasil; e a região nordeste do Brasil.

A escolha de um sistema de dessalinização depende da finalidade

do uso da água, da concentração de sais da água bruta, das taxas de vazão da fonte de água bruta, da capacidade da central de dessalinização, além de outros fatores relacionados com o local de implantação (CNPq, 2014).

Um sistema de Osmose Reversa (OR) é considerado um sistema de dessalinização de água comumente utilizado no mundo todo, sendo seu funcionamento baseado no processo de filtração físico-químico, no qual utiliza-se uma fonte de pressão externa para fazer com que a água atravesse uma membrana semipermeável, saindo de uma solução mais concentrada para uma solução mais diluída. A água pura produzida é chamada de permeado e a água residual concentrada, de rejeito.

A dessalinização é uma tecnologia que demanda consumo de energia e, por usar membranas para realização da filtração, estas são passíveis de incrustações, onerando assim os custos associados com água tratada (LANDABURU-AGUIRRE et al., 2016).

O processo de dessalinização por osmose reversa (OR) tem a água de alimentação como sua principal matéria (água salobra e salina), visando produzir água doce e potável. A qualidade da água obtida por meio do processo de dessalinização tem relação direta com o tipo de fonte hídrica que irá alimentar o dessalinizador. Isso ocorre porque a composição físico-química da água subterrânea é diferente da água superficial. A água subterrânea é caracterizada por apresentar menor índice de variação durante as estações climáticas. Já a água superficial (rios, lagos e do mar) é caracterizada pelo alto nível de sólidos suspensos, atividades microbiológicas e variações climáticas. Dessa forma, torna-se fundamental a realização de uma boa análise da água de alimentação antes do início do processo de dessalinização por OR (MOURA, 2008).

De acordo com Farrugia (2013), a implantação do sistema de dessalinização por OR requer atenção especial para dois pontos importantes: o pré-tratamento e a composição química da água. O primeiro ponto é fundamental para o processo de osmose reversa, tendo em vista que as membranas são passíveis a incrustações com partículas, por isso, essas partículas devem ser removidas totalmente antes de ingressar no sistema, a fim de remover os sólidos suspensos. O segundo ponto, por considerar que o processo de dessalinização envolve a concentração de sais, e possivelmente essa concentração pode atingir um nível alto de saturação com subsequente precipitação. Se isso ocorrer (ou seja, a precipitação de sais na membrana) pode haver o incrustação da mesma, com necessidade de limpeza química.

A partir disso, no processo de dessalinização, entende-se como pré-tratamento da água uma fase preliminar que permitirá, como já bem define o termo, o preparo da água salgada ou salobra antes da introdução na fase de dessalinização em si, obedecendo a determinados critérios. A finalidade do pré-tratamento é garantir que os compostos presentes na água salgada e salobra não comprometam o rendimento das unidades de dessalinização. Registra-se que, a partir da remoção de eventuais sólidos suspensos na fase de pré-tratamento, não haverá precipitação de sais ou crescimento de micro-organismos sobre as membranas. Enfim, a fase de pré-tratamento refere-se à filtração fina e à adição de ácidos ou outros produtos químicos objetivando inibir a precipitação de sais, por isso que ela é considerada uma das etapas mais importantes do processo de dessalinização por OR (ARAÚJO, 2013).

Nas áreas rurais, nos locais mais afastados das zonas urbanas, é comum a prática do consumo de água captada de poços. Porém, há situações em que a água subterrânea se apresenta imprópria não somente para o consumo humano, mas também para irrigação de culturas agrícolas, bem como para a dessedentação de animais, em função do índice elevado de sais dissolvidos, por exemplo. Nesse contexto, a tecnologia de dessalinização por osmose reversa torna-se viável à medida que garante “produção” de água doce e de qualidade para o consumo humano e para outras finalidades.

Considerando o estudo realizado por Silva, Hora e Oliveira (2017), a respeito do mapeamento dos poços artesianos de São Francisco de Itabapoana, cuja água apresentou índice de salinidade e levado em 29,94% das amostras analisadas e, considerando que a Osmo-

se Reversa é um método de dessalinização relevante e funcional no tratamento da água salobra, o presente artigo tem como objetivo geral conceber, projetar e construir um protótipo experimental de dessalinizador por Osmose Reversa, e simular o tratamento da água salobra com os níveis de salinidade existentes na água dos poços artesianos de São Francisco do Itabapoana, a fim de verificar se o método de dessalinização por Osmose Reversa é capaz de produzir uma água que atenda às necessidades de consumo humano e de irrigação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do presente artigo foi feito em duas etapas. Inicialmente, desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura, de caráter exploratório e descritivo, por meio de consultas em publicações em bancos de dados na internet, como: Base Scopus do Portal de Periódicos da CAPES, Bibliotecas Digitais de Teses e Dissertações e Google Scholar.

Em seguida, buscou-se, de forma experimental, desenvolver o protótipo de dessalinizador por Osmose Reversa e simular os procedimentos das etapas de “dessalinização” da água salobra para obtenção de água doce. Prodanov e Freitas (2013) ressaltam a relevância da pesquisa experimental, que visa submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto.

Assim, foram analisadas amostras de água em três níveis de concentração de sal (1,0‰; 2,0‰ e 3,0‰), similares às encontradas nos poços com água salobra da região, buscando-se obter, nas três concentrações analisadas, uma solução isenta de sal, ou seja, com nível de salinidade de 0,00‰ e, portanto, mais próxima dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011.

Os três testes foram realizados em períodos (semanas) diferentes, em função da necessidade de tempo para as análises, porém com as amostras e procedimentos padronizados. O primeiro teste foi realizado no período de 24/07 a 28/07/2017; o segundo teste foi realizado no período de 31/07 a 04/08/2017; e o terceiro e último teste foi realizado no período de 07/08 a 11/08/2017.

## 3. POÇOS ARTESIANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA-RJ

Localizado no norte do Estado do Rio de Janeiro, o município de São Francisco do Itabapoana (Figura 1) nasceu do território desmembrado do município de São João da Barra entre as fozes dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana, fazendo divisa com o estado do Espírito Santo. O município possui uma área de 1.122,43 km<sup>2</sup>, e é o segundo maior município do Estado do Rio de Janeiro em extensão territorial.

Segundo o último censo (IBGE, 2010), o município possui 40.495 habitantes e tem sua economia dependente da agropecuária e da pesca, destacando-se na agricultura, e sendo o maior produtor de cana-de-açúcar e de abacaxi do Estado do Rio de Janeiro. Esses cultivos requerem uso constante de pesticidas e adubação química que contribuem também para a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos (OLIVEIRA et al., 2006).

Figura 1 - Mapa do município de São Francisco de Itabapoana



Fonte: CEPERJ (2019)<sup>1</sup>

A composição da água subterrânea do referido município sofre influência do material geológico da região que, em sua maior parte, é composto por rochas sedimentares pouco litificadas de idade Terciária denominadas, genericamente de Formação Barreiras.

No município, está localizada uma das maiores jazidas de areias monazíticas do Brasil, exploradas pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), com planta de beneficiamento, instalada na Vila de Buena.

A associação dos fatores acima mencionados evidencia a baixa qualidade do aquífero subterrâneo, contribuindo assim para que a água se torne imprópria para o consumo humano, ou seja, não atendendo aos padrões de potabilidade exigidos por lei (SILVA, 2017).

Segundo Werneck, Fulgencio e Sales (2012), a característica hídrica do município de São Francisco de Itabapoana deve-se aos rios Itabapoana e Paraíba do Sul. O primeiro separa o município do estado vizinho Espírito Santo; o segundo, do município vizinho de São João da Barra. Os dois rios distanciam-se entre si em aproximadamente 100 km, fato este que contribui para que a população do município de São Francisco de Itabapoana seja carente de água doce.

Sendo assim, por não haver recursos hídricos superficiais próximos da maioria das localidades do município, a população é dependente da captação de águas subterrâneas de poços profundos.

Nas localidades mais interioranas, há alguns córregos, porém de baixa vazão. Há também escassez das águas dos aquíferos artesianos que são de grande profundidade, exceto no sul do município. Alguns cursos d'água (margem oriental da estação ecológica do Guaxindiba e brejo da Tigela, por exemplo) contam com salinidade excessiva, comprometendo seu uso para irrigação ou abastecimento.

Os supracitados autores salientam que até os poços artesianos da CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro), como o de Barra de Itabapoana, apresentam baixa qualidade da água captada, sendo alvo de constantes reclamações.

A captação de água subterrânea proveniente dos poços artesianos é prática comum à população das localidades de Barra de Itabapoana e Guaxindiba. Nas vilas e nas áreas rurais, há o predomínio dos poços domiciliares, do tipo cacimbas (ALVES et al., 2012).

Um estudo realizado por Alves et al. (2012) buscou analisar a qualidade da água dos poços subterrâneos profundos da região. Na oportunidade, foram coletadas amostras de água em sete poços profundos, para análises físico-químicas e bacteriológicas, obtendo resultados insatisfatórios na maioria das amostras, concluindo assim que as águas subterrâneas de alguns poços profundos estão fora do padrão de potabilidade.

<sup>1</sup> Disponível em [http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/div\\_poli/Estado\\_RJ\\_2010\\_Jubileu.jpg](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/div_poli/Estado_RJ_2010_Jubileu.jpg), Acesso em 05 de outubro 2018.

Num estudo mais específico, Silva, Hora e Oliveira (2017) buscaram mapear a qualidade da água subterrânea consumida pela população do município de São Francisco de Itabapoana a partir de análises físico-químicas e bacteriológicas dos poços da região, sendo o resultado das mesmas correlacionadas aos parâmetros: turbidez, pH, salinidade, cloro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

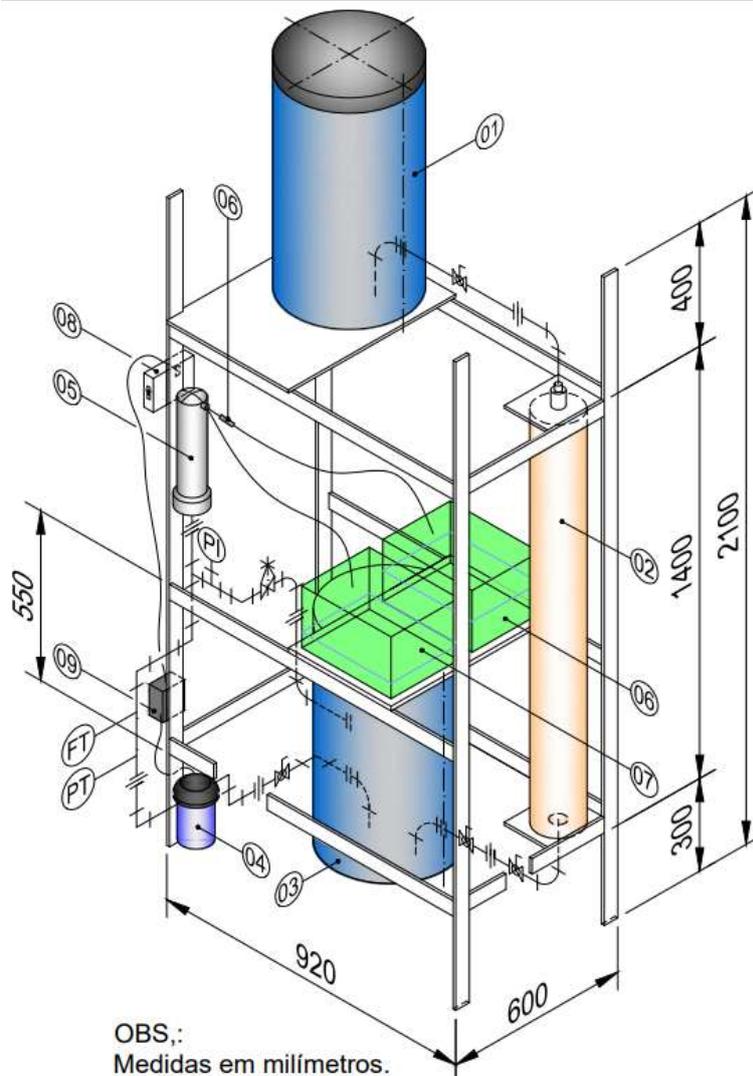
Especificamente quanto ao parâmetro salinidade, as análises realizadas constataram que a água subterrânea dos poços da região estava fora dos padrões de salinidade em 29,94% das amostras coletadas, apresentando teor de sais acima de 0,5‰ (Água Salobra - com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30 ‰), ou seja, ultrapassando o padrão para a água doce e para o consumo humano, conforme determina a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – alterada pelas Resoluções nº 410/2009 e nº 430/2011. Este índice elevado, possivelmente, está atribuído à percolação da água do mar nas localidades costeiras da região. “(...) Ao norte do município o mesmo comportamento é observado cuja origem provável é a intrusão de cunha salina via rio Itabapoana” (SILVA, HORA e OLIVEIRA, 2017, p.265).

#### 4. PROTÓTIPO EXPERIMENTAL DE DESSALINIZADOR POR OSMOSE REVERSA

O protótipo experimental de dessalinizador por OR, que pode ser visualizado esquematicamente na Figura 2 e em fotografia na Figura 3, foi desenvolvido com a disposição de 2 (dois) reservatórios de 80 L, sendo um para simulação do poço com água salobra e outro para armazenamento da água pré-filtrada. Também foram utilizados reservatórios plásticos transparentes de 20 L para o acondicionamento da água permeada e dos resíduos.

No procedimento, a água salobra percorre os seguintes componentes do protótipo (ver Figura 2): Tanque de água salobra (01), Filtro de areia (02), Tanque de água pós-filtro (03), Bomba de alta pressão (04), Vaso de pressão com membrana semipermeável para osmose reversa (05), e a água permeada chega ao Tanque transparente de 20 litros (07). O resíduo é separado em outro Tanque transparente (06).

Figura 2 - Esquema do funcionamento do Protótipo Experimental do Dessalinizador por OR



Fonte: Elaboração própria do autor

**Figura 3** - Fotografia do Protótipo Experimental do Dessalinizador por Osmose Reversa



A composição detalhada dos componentes do protótipo está descrita a seguir:

- Tanque (01) – tanque de 80 litros, para armazenamento d'água salobra; Válvula esfera – válvula de bloqueio para manter água no tanque; União – para desmontagem; Tubo de 12,7 mm – para escoar à água salobra; Joelho – para mudança de direção do escoamento;
- Filtro de areia (02) – tem a finalidade de reter impurezas, composto de camadas de brita 1, brita 0, areia grossa, areia fina, carvão ativado e todas as camadas separadas por manta acrílica; Joelho – mudança de direção; Tubo de 12,7 mm – para escoar à água do filtro para Tanque (03); Válvula esfera – válvula de bloqueio d'água do filtro de areia; União - para desmontagem; Válvula de esfera – válvula de bloqueio de entrada do tanque (03); Filtro de papel 14 micra;
- Tanque (03) – tanque de 80 litros para armazenamento d'água salobra após filtragem pelo filtro de área; Válvula de esfera – para bloqueio da água armazenada no Tanque (03); União – para desmontagem; Tubo de 12,7 mm - para escoamento de água para Bomba (04);
- Bomba de alta pressão (04) – para pressurizar à água salobra conta membrana; Joelho de 20 – mudança de direção; Tubo de 20 – tubo de água quente por resistir a maiores pressões; PT – transmissor de pressão; FT transmissor de vazão; PI – indicador de pressão; Válvula de regulação de pressão;
- Vaso de pressão com membrana semipermeável para osmose reversa (05) – para promover a reação de íons + e íons -; Restrito de fluxo - para aumentar a produtividade d'água permeada; Tubo leitoso de 6,35 mm - para escoar os resíduos;
- Tanque transparente de 20 litros (06) – para armazenar resíduos; Tubo leitoso de 6,35 mm para escoar à água permeada;
- Tanque transparente de 20 litros (07) – para armazenar água permeada;
- Disjuntor (09) – para ligar e desligar Bomba (04).

Com relação à preparação das amostras de água salobra para o teste experimental, elas foram sintetizadas a partir da captação de amostras de água do Rio Paraíba do Sul e de água do mar (coletada próximo ao Porto do Açu – São João da Barra). A síntese das amostras de água salobra ocorreu por meio da diluição da água do mar (água salgada) em água do Rio Paraíba do Sul (água doce), de forma que apresentassem salinidades 1, 2 e 3‰. Sendo assim, as seguintes amostras das soluções foram utilizadas no teste experimental: água do rio com salinidade igual a zero; solução com salinidade igual a 1,0‰, solução com salinidade igual a 2,0‰; solução com salinidade igual a 3,0‰.

Cabe salientar a importância do pré-tratamento de água para alimentação das membranas de sistemas de OR, pois o correto pré-tratamento aumenta a produção, melhora a qualidade do permeado e ainda reduz necessidade de limpezas químicas e minimiza a deterioração das membranas. Optou-se, nestes experimentos, pela técnica de filtração no pré-tratamento. Após o pré-tratamento, as amostras tiveram sua salinidade medida com o condutivímetro Digimed DM-32.

Durante as etapas de passagem das 4 (quatro) soluções pelo protótipo, objetivou-se obter os seguintes resultados:

- 1) 15 litros de água do rio com salinidade igual a zero - testar a mesma permeada e analisar se a amostra mantém o índice zero de salinidade;
- 2) três soluções referentes a salinidade de 1,0‰, 2,0‰ e 3,0‰, cada uma com 15 litros (preparado no Laboratório de Análises Químicas da Foz do Rio Paraíba do Sul do Polo de Inovação do Instituto Federal Fluminense - LABFOZ) - testar a mesma permeada e analisar se a amostra apresenta índice entre 0 e 0,5‰ de salinidade, conforme Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

#### 4.1. Procedimentos para o funcionamento do protótipo experimental - dessalinizador por OR

Conforme mencionado anteriormente, no período de 24 de julho a 11 de agosto de 2017, foram realizados os testes de dessalinização experimental, sendo medidos durante os procedimentos realizados os valores referentes às amostras de solução (água salobra) com teores de sais equivalentes às captadas nos poços artesanais de São Francisco do Itabapoana, de forma a garantir a representatividade das características dos poços daquela região, que possuem salinidade acima de 0,5‰, ou seja, ultrapassando o padrão para a água doce e o consumo humano.

Quanto ao funcionamento do protótipo, conforme apresentado na Figura 2, o mesmo foi realizado da seguinte forma: a amostra da água salobra inicialmente foi armazenada no tanque (01). Abriu-se a válvula esfera, então a água escoou passando pelo filtro de área a fim de reter as impurezas, passando pelo filtro de papel para reter impurezas mais finas. Em seguida, a água salobra limpa foi armazenada no tanque (03); ao ligar a bomba de alta pressão (04) com a válvula de regulagem de pressão aberta ocorreu o retorno desta água para o tanque (03). À medida que a válvula de regulagem é fechada, a água salobra foi pressurizada contra a membrana no vaso de pressão (05) provocando uma reação química de íons + e íons - contribuindo assim para que as soluções mais salinas (resíduos) fossem para o tanque de resíduos (07) e, conseqüentemente, a água permeada para o tanque (08).

#### 5. RESULTADOS

Após os experimentos, observou-se que todas as amostras apresentaram salinidade 0‰. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam, de forma detalhada, os resultados obtidos a partir da realização do procedimento de dessalinização experimental para as amostras de 15 L.

**Tabela 1** – Índices obtidos no 1º Teste Experimental

Amostra (15 L)	Período de Teste				
	24/07	25/07	26/07	27/07	28/07
Salinidade da água de entrada (‰)	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0
Salinidade do permeado (‰)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Permeado produzido (L/min)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pressão de entrada (psi)	75	75	75	75	75
Tempo médio de operação por amostra (min)	15	15	15	15	15
Resíduo produzido (L/min)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 2** – Índices obtidos no 2º Teste Experimental

Amostra (15 L)	Período de Teste				
	31/07	01/08	02/08	03/08	04/08
Salinidade da água de entrada (‰)	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0
Salinidade do permeado (‰)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Permeado produzido (L/min)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pressão de entrada (psi)	75	75	75	75	75
Tempo médio de operação por amostra (min)	15	15	15	15	15
Resíduo produzido (L/min)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 3** – Índices obtidos no 3º Teste Experimental

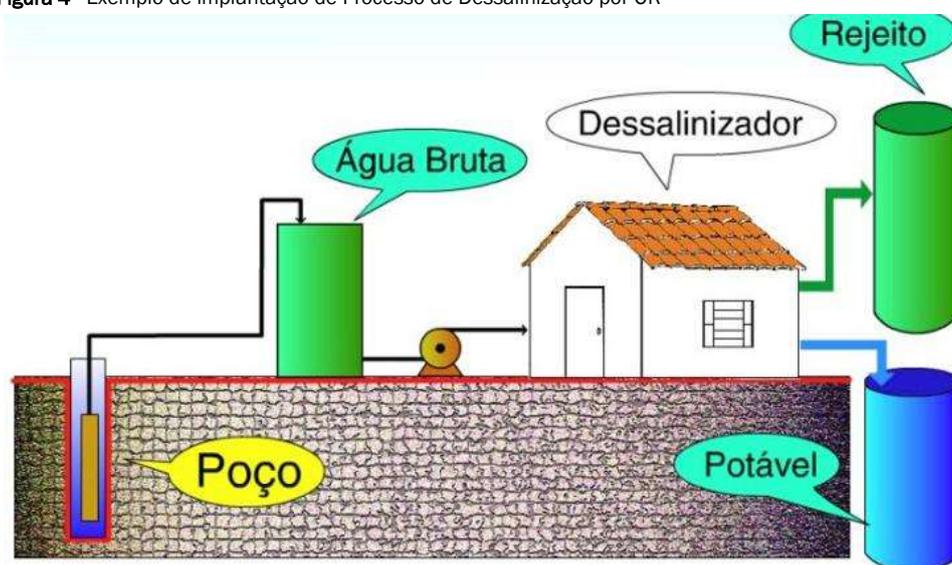
Amostra (15 L)	Período de Teste				
	07/08	08/08	09/08	10/08	11/08
Salinidade da água de entrada (‰)	0,0	0,0	1,0	2,0	3,0
Salinidade do permeado (‰)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Permeado produzido (L/min)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pressão de entrada (psi)	75	75	75	75	75
Tempo médio de operação por amostra (min)	15	15	15	15	15
Resíduo produzido (L/min)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Fonte: Elaboração própria

Ao se analisar os valores obtidos com os testes experimentais de dessalinização por OR, observou-se a eficiência do protótipo, tendo em vista que o nível de concentração de salinidade da amostra de solução (água salobra), equivalente à dos poços artesanais da re-

gião de São Francisco de Itabapoana, foi reduzido a 0,00‰. Ficou evidente, então, a viabilidade técnica do equipamento e da implantação desse sistema na referida região, conforme exemplo de implantação mostrado na Figura 4.

**Figura 4** - Exemplo de implantação de Processo de Dessalinização por OR



Fonte: Governo do Estado do Pernambuco - GTI-SRHE/2012<sup>2</sup>

Cabe ressaltar ainda que, apesar do equipamento de dessalinização por OR utilizar energia elétrica para seu funcionamento, o mesmo poderá ser acoplado a um sistema de energia fotovoltaica, visando tornar assim o processo de dessalinização mais econômico.

## 6. CONCLUSÕES

Com base na revisão de literatura, foi possível observar que o pré-tratamento é uma fase importante no tratamento da água por OR, pois visa reduzir o nível de incrustações presentes na água de alimentação do sistema, a partir da remoção de partículas micropoluentes e microrganismos, com intuito de preservar a formação de incrustação inorgânica e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da água de alimentação, e obter um resultado seguro ao final da operação do sistema. Optou-se, nestes experimentos, pela técnica de filtragem no pré-tratamento, o que garantiu a viabilidade dos experimentos.

A partir da construção de um protótipo experimental de um dessali-

nizador por OR, onde se realizou o experimento de dessalinização em 3 (três) amostras de soluções salinas (1,0‰; 2,0‰ e 3,0‰) foi possível obter água doce a partir de 100% da remoção de sal das mesmas. Assim, a Osmose Reversa apresentou-se como um processo viável tecnicamente aos casos de dessalinização de água salobra, nas concentrações analisadas.

Contudo, a fim de tornar a água dessalinizada (água doce) em potável para o consumo humano é necessário que haja sua desinfecção, isto é, que seja tratada com cloro (pós-tratamento) a fim de garantir que sua qualidade biológica seja mantida até a hora do consumo. Além disso, é fundamental a adição dos minerais necessários para a potabilidade da água.

Por fim, conclui-se que o Método de Dessalinização por Osmose Reversa, acrescido dos cuidados de desinfecção, apresenta-se tecnicamente viável para tratamento de água salobra, com indicação para implantação no município de São Francisco de Itabapoana, estendido aos demais municípios e localidades com características semelhantes à amostra de solução salobra analisada.

<sup>2</sup> Disponível em [http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=464](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=464), Acesso 26 de junho 2017.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. D. G., CHRISPIM, Z. M. P., DA SILVA JR, G. C., MELLO, C. L. Qualidade das Águas Subterrâneas dos Poços Profundos do Município de São Francisco de Itabapoana-RJ, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 17., 2012. FENÁGUA - FEIRA NACIONAL DA ÁGUA, 7., 2012. ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 18., 2012, Bonito. *Anais...* São Paulo: Águas Subterrâneas. 2012. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27798/18027>. Acesso em: 18 set. 2018.
- ARAÚJO, A.C.S.P.D. *Contribuição para o estudo da viabilidade/sustentabilidade da dessalinização enquanto técnica de tratamento de água*. 2013. 125p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2013.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA n° 357*, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 11 fev. 2016.
- BRASIL. *Portaria MS 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. Diário Oficial da União, 14 dez. 2011., Seção I.
- CEPERJ - FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO. *Mapas*. Disponível em: [http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/div\\_poli/Estado\\_RJ\\_2010\\_Jubileu.jpg](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/div_poli/Estado_RJ_2010_Jubileu.jpg). Acesso em: 05 out. 2018.
- CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. *Tecnologias para dessalinização da água*. In: *Água: desafios da sociedade*. Prêmio Jovem Cientista. Caderno do Professor. Capítulo 4, p. 71-85, 2014.
- FARRUGIA, B. Membranas de osmose reversa: aplicações e novidades. *Revista TAE*, Brasil, v.3, n.15, out/nov, p. 10-14, 2013.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Populacional 2010*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_dou/RJ2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/RJ2010.pdf). Acesso em: 22 jul. 2017.
- MOURA, J. P.; MONTEIRO, G. S.; SILVA, J. N.; PINTO, F. A.; FRANÇA, K. P. Aplicações do Processo de Osmose Reversa para o aproveitamento de Água Salobra do Semi-Árido Nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., 2008. Natal. *Anais...* São Paulo: Águas Subterrâneas. 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23343/15435>. Acesso em: 11 jan. 2017.
- LANDABURU-AGUIRRE, J.; GARCIA-PACHECO, R.; MOLINA, S. et al. Fouling prevention, preparing for re-use and membrane recycling. Towards circular economy in RO desalination. *Desalination*, v. 393, ed. especial: SI, pp: 16-30, Elsevier, 2016.
- OLIVEIRA, G. R., ALVES, M. G., ALMEIDA, F. T., LOSANO, J. Caracterização Hidroquímica Preliminar das Águas Subterrâneas na Região de Buena - Município de São Francisco de Itabapoana/RJ. 2006. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 17., 2012. FENÁGUA - FEIRA NACIONAL DA ÁGUA, 7., 2012. ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 18., 2012. Bonito. *Anais...* São Paulo: Águas Subterrâneas. 2012. Disponível em: <https://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/IIgeoio-vem2006/2006-oliveira-alves.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2017.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SILVA, R. A. *Mapeamento da Qualidade da Água de Poços Rasos em São Francisco de Itabapoana - RJ*. 2013. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2013.
- SILVA, R. A.; DA HORA, H. R. M.; OLIVEIRA, V. P. S. Georeferenciamento dos índices de qualidade da água subterrânea na foz das bacias do Paraíba do Sul e Itabapoana (Brasil). *Águas Subterrâneas*. São Paulo. v. 31, n. 3, p. 255-271, 2017.
- WERNECK, L. G.; FULGENCIO, A. G.; SALES, C. W. Conjuntura dos Recursos Hídricos do município de São Francisco de Itabapoana, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes. v. 6 n. 1, p. 69-83, jan. / jun. 2012.