

## POTABILIZAÇÃO DE ÁGUAS SALINAS POR MEIO DE TRATAMENTO COM DESTILADORES SOLARES

Rafaela Barbosa Santos <sup>1</sup>  
Juanne Nogueira Nascimento <sup>2</sup>  
Marília Patrício Alves <sup>3</sup>  
Cinthia Sany França Xavier <sup>4</sup>  
Carlos Antônio Pereira de Lima <sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

Segundo Bezerra (1982), nestas três últimas décadas a energia solar, como uma fonte inesgotável de energia das mais prósperas, têm sido um tema bastante comentado com possibilidades de utilização as mais diversas, notadamente nos países tropicais e subtropicais como é o caso do Brasil e outras regiões do continente africano, onde a radiação solar se faz presente em quantidade e qualidade as melhores existentes em todo o mundo.

A energia solar aliada à destilação é uma forma promissora de se obter água potável. Essa operação imita, em pequena escala, o ciclo natural da água, evaporando a água poluída e posteriormente condensando-a obtendo ao final do processo água destilada. Embora seja uma tecnologia simples, a purificação de água através da destilação solar é bastante eficaz, produzindo água com alto grau de pureza, superior às águas comerciais engarrafadas (FOSTER & AMOS, 2005).

O destilador solar é similar à estufa solar de plantas e vegetais, no qual a água é aquecida num reservatório existente sobre o piso, ocupando toda área do piso. A água condensa na superfície interna da cobertura inclinada de vidro que cobre o reservatório.

A energia térmica é livre de custos e é necessária a manutenção e operacionalização cuidadosa para prevenção da formação de crostas causada pela secagem do reservatório. A destilação solar simples, também conhecida por “humidificação”, é trazida por Garcias (1985) como o processo mais indicado para ser utilizado em locais de difícil operação e manutenção.

Cometta (1977) traz que esse tipo de destilador oferece a vantagem de que a quantidade de água-produto é maior quando houver uma maior insolação. A produtividade tende a seguir a demanda. Fato importante para o aproveitamento econômico das instalações. Vale acrescentar que estudos feitos por Tleimat (1979) afirmam que este rendimento está atrelado ainda a configuração do destilador, uma vez que o dispositivo é construído e instalado ele tem uma configuração permanente.

Tiveram-se como objetivos principais a montagem de dois sistemas de dessalinização e purificação de água utilizando energia solar, no qual seria possível a realização de testes quanto a sua eficiência de tratamento, monitorando os parâmetros físico-químicos que influenciam o sucesso do sistema, mostrando como os dessalinizadores térmicos proporcionam a

---

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Ciência de Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [rafaelab.esa@gmail.com](mailto:rafaelab.esa@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Ciência de Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [juanne.nogueira@gmail.com](mailto:juanne.nogueira@gmail.com);

<sup>3</sup> Mestranda do Curso de Ciência de Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [mariliapatrici@gmail.com](mailto:mariliapatrici@gmail.com);

<sup>4</sup> Mestranda do Curso de Ciência de Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [cinthiasany@gmail.com](mailto:cinthiasany@gmail.com);

<sup>5</sup> Prof. Dr. pelo Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, [caplima2000@yahoo.com.br](mailto:caplima2000@yahoo.com.br);

potabilização da água. O primeiro dessalinizador foi o Destilador Solar do tipo Pirâmide e o segundo foi um Destilador passivo acoplado à uma calha parabólica com uso exclusivo de energia solar.

## **METODOLOGIA**

Os protótipos foram alojado nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande – PB, a uma latitude de  $-0,7^{\circ} 13' 50''$ , longitude de  $-35^{\circ} 52' 52''$  e altitude de 551 m.

A amostra analisada foi retirada do mar da praia do Cabo Branco, na cidade de João Pessoa – PB. A aplicação em dois dessalinizadores possibilitou a comparação entre as capacidades dos destiladores solares para os diferentes tipos de configuração, verificando ainda sua eficiência.

A bandeja do destilador solar do tipo pirâmide possui uma área de  $0,25 \text{ m}^2$ , construída em aço inox de modo a garantir uma maior durabilidade em contato com a água, além de facilitar a troca térmica do calor absorvido. O seu interior foi pintado na cor preta, para que o potencial de aquecimento da água fosse reforçado. A parte inferior e as laterais foram envolvidas por uma camada de isolante térmico para evitar as perdas de calor por condução e convecção.

Para a confecção da cobertura foi escolhido o vidro, pois este gera efeito estufa, alta transmissão da radiação solar, baixa transmissão da radiação de baixa temperatura, maior umidade da água e alta estabilidade de suas propriedades mesmo após muitas horas de exposição (SOARES, 2004). A forma piramidal se deu devido à maior incidência dos raios solares em seu tempo de exposição, independentemente da posição do sol. O ângulo ótimo para uma cobertura equivale à latitude local, sendo neste trabalho adotado um ângulo de  $25^{\circ}$ .

A alimentação do destilador se deu de forma contínua e gradativa. A altura da lâmina de água foi de 1,0 cm, que nos possibilitou, diante das condições adequadas de radiação e temperatura, chegar a um resultado de até 3,0 litros de água dessalinizada por dia de experimento. A água dessalinizada era coletada do lado oposto ao que era alimentado, através de um recipiente devidamente higienizado.

Já o dessalinizador solar passivo acoplado à uma calha parabólica, foi construída de maneira semelhante. O destilador térmico passivo é de aço inox, com área de  $0,60 \text{ m}^2$  e seu interior foi pintado de preto, para uma maior absorção do calor. A cobertura do destilador foi confeccionada em vidro, de maneira inclinada, a  $25^{\circ}$ , possibilitando uma maior incidência dos raios solares e facilitando a coleta da água destilada. Este destilador foi acoplado à um concentrador solar térmico, ou calha parabólica, construída em alumínio, a qual se movimentada de acordo com a posição do Sol, para que houvesse a potencialização do calor absorvido pelo sistema.

Esse sistema foi alimentado de forma manual diariamente com uma vazão 1,6 litros por dia, com isso tínhamos uma lâmina de água dentro do destilador também de 1 cm de profundidade.

Os parâmetros de potabilidade fornecidos pela portaria do Ministério da Saúde N<sup>o</sup> 2914/11 foram tidos como referência para a verificação do enquadramento da água dessalinizada. Os quais podemos citar pH entre 6,0 e 9,5 e valores máximos permitidos de 250 mg Cl/L para Cloretos, 500 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para Dureza Total, 5 uT para Turbidez e 200 mg Na/L para Sódio.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Primeiramente foram realizadas as análises físico-químicas da amostra bruta, a fim de que fosse conhecido os valores das propriedades existentes na água analisada, para futura comparação com a água dessalinizada. Como resultado tivemos que a água utilizada no projeto teve pH 8,11, Condutividade Elétrica de 371  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Turbidez de 31,4 uT, Cloretos de 2.177,3 mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$ , Sódio de 26.000 mg  $\text{Na}/\text{L}$  e uma Dureza Total equivalente a 22.500 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .

Para o Destilador Solar tipo Pirâmide, pudemos observar que a água salgada após a dessalinização possuiu valores de pH entre 5,98 e 6,74. Para valores de Turbidez, o valor máximo permitido pela Portaria de Potabilidade 2914/11 do Ministério da Saúde é de 5 uT, após a destilação obtemos um valor mínimo de 3,82 uT. A condutividade elétrica mínima encontrada foi de 5,03  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Padrões preocupantes para o tipo de água trabalhada, como o teor de Cloretos, conseguiram ser reduzidos de forma bastante satisfatória, os valores para água salina bruta foram reduzidos de 2.177,2 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$  para até 20,35 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ , cujo o máximo permitido para a Portaria de Potabilidade 2914/11 do Ministério da Saúde é o valor de 250 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ .

Nas análises de Dureza total, onde na Portaria o máximo permitido é de 500 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ , conseguimos reduzir de 22.500,00 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  existentes na água salina para até 19,33 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Porém, o parâmetro mais significativo foi o de Sódio, o qual trabalhávamos com água de teores altíssimo de salinidade, 26.000 mg  $\text{Na} \cdot \text{L}^{-1}$  nas águas salgadas do mar conseguindo o valor máximo de redução para até 3 mg  $\text{Na} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Para a água salina tratada utilizando o Destilador passivo acoplado à uma calha parabólica encontraram-se valores de pH entre 5,64 e 7,2, a condutividade elétrica não possui valor estabelecido em norme, porém constatou-se que a água dessalinizada teve o valor mínimo para esse parâmetro de 5,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Houve uma diminuição expressiva da turbidez de 31,4 uT para até 0,19 uT, estando dentro dos padrões estabelecidos pela norma.

Para o parâmetro de Cloretos, as amostras apresentaram valores inferiores em relação a água bruta, tendo o valor mínimo de 27,69mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$ , sendo notável a redução significativa desse parâmetro em relação a água bruta com 2177,33mg  $\text{Cl}^-/\text{L}$ . Para as análises de Sódio, observou-se que após o tratamento via destilação solar, a água bruta que tinha 22.500 mg  $\text{Na} \cdot \text{L}^{-1}$  passou a ter valor mínimo de 14mg/L. Parâmetro este que o valor máximo permitido é de 500 mg/L. Por fim, para as análises referentes ao parâmetro de Dureza Total, obtivemos resultados de 65 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ , estando dentro do preconizado pela norma, 500 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ .

Comparando o resultados dos dois dessalinizadores é correto afirmar que há uma maior remoção de sólidos suspensos (turbidez) no segundo reator, Destilador passivo acoplado à uma calha parabólica. A água dessalinizada tratada pelo primeiro Destilador Solar tipo Pirâmide possuiu uma condutividade elétrica menor, de 5,03  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , porém próximo ao valor mostrado pelo segundo Destilador, 5,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Com relação aos outros parâmetros, podemos observar que o Destilador Solar tipo Pirâmide se sobressaiu quando comparado ao Destilador passivo acoplado à uma calha parabólica. Para o parâmetro de Cloretos, observamos que a água dessalinizada do primeiro destilador apresentou resultados um pouco melhores que o segundo dessalinizador, sendo estes 20,35 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$  e 27,69 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{L}^{-1}$ , respectivamente. Sobre o parâmetro de Dureza total, o Destilador pirâmide apresentou resultados de 19,33 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  enquanto o segundo Destilador apresentou valores de 65 mg  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Por fim, o parâmetro mais expressivo é o de Sódio, o qual obtivemos valores de 3 mg  $\text{Na} \cdot \text{L}^{-1}$  no Destilador Solar tipo Pirâmide, enquanto que para o Destilador passivo encontramos o valor de 14 mg  $\text{Na} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Mesmo um dessalinizador apresentando resultados melhores que o outro, podemos afirmar que ambos estão dentro das normas estabelecidas pela Portaria de Potabilidade N° 2914/2011, consolidando então os dessalinizadores como maneiras eficazes de tratamento para águas salinas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho garantiu a real eficácia do processo de dessalinização de águas salinas, fazendo um comparativo entre as configurações apresentadas para dessalinizadores. A capacidade do mesmo em remover componentes indesejáveis, principalmente o Sódio, ocorre de maneira satisfatória e diante do esperado em ambos os dessalinizadores, no qual conseguimos uma remoção de cerca de até 99,98% para água salina no Destilador Solar tipo pirâmide e 99,94% para o Destilador passivo acoplado à uma calha parabólica.

Este método de obtenção de água potável traz inúmeros benefícios como a preservação ambiental e da energia elétrica, englobando conscientização ambiental e consequente economia financeira, tudo isso garantindo o alcance da água própria para consumo humano a partir de uma maneira sustentável.

**Palavras-chave:** Hipossuficiência hídrica, Dessalinização, Qualidade da água.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. **Energia Solar**. Aquecedores de Água. Livraria Itaipu Editora Ltda., Curitiba, PR., 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde, Padrão de Potabilidade. Portaria 2914/11. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: out. 2017.

COMETTA, E. **Energia Solar**. Editora Hemus, São Paulo, SP, 1977.

GARCIAS, C. M. **Potabilização de Água Obtida por Destilação Solar da Água do Mar**. 1985. Dissertação (Mestrado – Instituto de Pesquisas Hidráulicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOARES, C. **Tratamento de água unifamiliar através da destilação solar natural utilizando água salgada, salobra e doce contaminada**. Dissertação de mestrado, UFSC, 2004.

TLEIMAT, B. W. **Destilação solar: La evolución de la técnica. Tecnologia para aprovechar la energia solar**. N. 5, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Nueva York, Estados Unidos da América, 1979.