

Eixo Temático ET-02-017 - Saneamento Ambiental

PROPOSTA DE UM PROTOTIPO DE DESSALINIZAÇÃO ARTESANAL SOLAR HÍBRIDO DE ÁGUA SALOBRA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINOVanessa Rosales Bezerra, Carlos Antonio Pereira de Lima,
Luis Reyes Rosales Montero, Keyla Machado Medeiros**RESUMO**

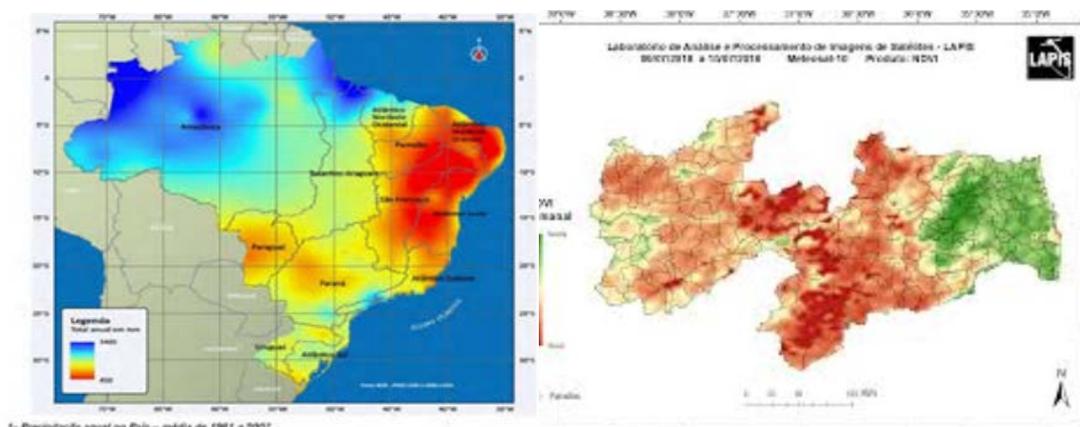
É conhecimento de todos que a escassez de água no semiárido nordestino brasileiro assola a região à décadas. Esse problema é decorrente de diversos fatores climáticos que, quando juntos, ocasionam uma devastação na fauna e flora local; isto é, milhares de animais e planta morrem por falta desse elemento fundamental à vida: a água. Nesse contexto, algumas localidades no interior nordestino apresentam águas subterrâneas que, por hora, são salobras e impróprias para o consumo humano. Sendo assim, é de fundamental importância o uso de novas tecnologias e técnicas viáveis de dessalinização para a manutenção da vida nessas localidades. Sabendo disso, esse trabalho apresenta uma proposta de um sistema caseiro de dessalinização artesanal híbrido de baixo custo. Com a construção deste protótipo pretende-se contribuir como uma solução para o problema da falta de água para o consumo humano no semiárido nordestino Brasileiro.

Palavras-chaves: Tratamento de água salobra; Seca; Dessalinizador solar híbrido; Semiárido Nordeste.

INTRODUÇÃO

O aumento dos aglomerados urbanos crescente na atualidade provocou a utilização desenfreada dos recursos naturais disponíveis para suprir as necessidades da sociedade, sendo um desses recursos a água, um recurso necessário para a realização de diversas atividades, tanto econômicas, quanto para a própria sobrevivência dos seres humanos. Porém com a limitação desse recurso, torna-se imprescindível, a necessidade de métodos que visem a reutilização e o aproveitamento máximo desse bem.

Na Paraíba, o clima predominante (Figura 1) em boa parte do estado, bem como a localização geográfica e fatores como o relevo da mesma, contribuem para as chuvas irregulares e região marcada por grandes períodos de seca, fazendo com que haja ainda mais escassez de água de qualidade para os moradores locais



Mesmo com todos esses fatores prejudicando a pluviosidade no estado e na região Nordeste em geral, essa região é beneficiada com áreas que comportam águas subterrâneas, porém, essas águas não são consideradas potáveis devido ao alto teor de salinidade e metais pesados na sua composição, com isso, os moradores de zonas rurais e urbanas, mesmo com poços artesianos construídos, não podem usufruir da água captada devido aos fatores já citados. Para o melhor aproveitamento dessas águas faz-se necessário a aplicação de dessalinização para o tratamento das mesmas, bem como o tratamento da água do mar nos litorais desses estados.

Em uma análise mais geral a escassez para essa região se agrava ainda mais quando segundo Minervino et al. (2015) e Jacobi (2008) previsões indicam que em 2050, a população mundial não contará com disponibilidade hídrica para as necessidades básicas. Sendo ainda mais agravante para regiões com índices pluviométricos reduzidos. Situação muito semelhante à de Israel que adotou como solução para esse problema a dessalinização como afirma Hespanho (2002) quando fala que “em Israel, toda a água é aproveitada, mesmo aquela que já foi utilizada. Em todos os apartamentos há hidrômetros individuais, a água do mar é dessalinizada. Em regiões onde quase não há água de chuva, como a região do Dan, Chipre e em muitas regiões dos Estados Unidos, foi desenvolvida a prática da recarga artificial de aquífero, utilizando este procedimento como tratamento de esgotos”.

Com isso, é possível notar que a dessalinização, por meio de dessalinizadores solares, da água do mar e da água salobras de poços artesianos é uma alternativa bastante viável economicamente, pois a utilização dessas águas podem acarretar na economia de 30% a 50% na água de consumo, como solução da atual escassez de água no estado da Paraíba devido à abundância de água do mar por ser um estado litorâneo e também a disponibilidade de águas salobras.

A dessalinização solar é um processo no qual há a retirada do sal da água, a partir do processo de evaporação a partir do calor solar que, com isso, faz com que a água contida em um tanque evapore separando-se do sal e sendo direcionada para condutos que a escoarão para um reservatório apropriado, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Dessalinizador solar. Fonte: Uchôa, 2016.

JUSTIFICATIVA

O estudo sobre a aplicação de dessalinizadores solares na Paraíba é justificado devido à seca constante que assola esse estado e dos benefícios socioeconômicos e ambiental, que a aplicação dessa tecnologia traria para o estado, seca essa muito prejudicial à sociedade que ali habita que de acordo com Bezerra (2018) os longos períodos de estiagem, é um fenômeno natural que causa diversos problemas como: dificuldades na realização de atividades agrárias e criação de animais, prejuízos econômicos, visto que, retira renda e emprego para a população do campo, possibilita o aumento da fome e miséria, causando êxodo rural.

Outro grande problema encontrado é a má qualidade da água encontrada em poços artesianos que de acordo com dados do SODIS (2012) pode ser solucionado, também, com o

uso da tecnologia de destilação da água a partir da energia solar, fazendo com que seja uma tecnologia inovadora, renovável e sustentável.

Com isso, a implantação desse procedimento em regiões secas da Paraíba, exige um estudo sobre essa tecnologia e também sobre as políticas de gestão de recursos hídricos da região do semiárido, a partir de uma pesquisa participativa envolvendo moradores e agricultores beneficiados pelo projeto de acordo com o definido pela política de gestão citada anteriormente.

Marinho et al. (2015) afirma em seu trabalho que as tecnologias citadas são simples e de baixo custo sem gasto de energia elétrica além de serem montadas a propriedade do agricultor utilizando um pequeno espaço físico na própria residência do beneficiado diminuindo os riscos de contaminação oferecendo oportunidade de acesso à água mesmo com a dificuldade de acesso aos centros urbanos. Além disso, ainda afirma que esse processo é muito importante em termos sociais e de saúde pública.

Outro aspecto relevante, como lembra Uchôa (2015) em seu trabalho é que as águas salinas, após o processo de destilação, são reconstituídas com sais provenientes de águas das fontes previamente desinfetadas por exposição à luz solar, e que poderão ser usadas sem risco para o consumo humano em pequenas comunidades rurais do semiárido paraibano e do Nordeste em geral.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, o processo de dessalinização mais utilizado é o de osmose reversa (BEZERRA, 2018). Esse processo consiste em passar a água salobra sob pressão por uma membrana que é impermeável ao soluto e permeável ao solvente, isto é, permite a retenção dos sais e a passagem da água. Entretanto, segundo o autor, esse mecanismo possui altos custos de implementação e manutenção, além de conhecimentos técnicos específicos para o seu manuseio.

Nesse sentido, diversos protótipos de dessalinizadores utilizando energia solar vem sendo desenvolvidos, a fim de ofertar água potável para a população de baixa renda que residem em zonas rurais do semiárido nordestino (SILVA et al., 2016).

Segundo Buros (1980), a dessalinização solar é um processo contínuo e natural, que tem como fundamento o ciclo hidrológico da água. Esse processo é o mesmo que ocorre em mares e rios, o mesmo se dá pela evaporação da água desses grandes reservatórios, em seguida o vapor se aglomera em nuvens e é transportado para outras regiões onde se condensa e precipita em forma de chuva.

De acordo com Duffie e Beckman (1991), o destilador solar convencional trabalha quando a radiação incidente do sol aquece a água. O gradiente da temperatura junto com a pressão do vapor, dentro do destilador, provoca a condensação sob a cobertura, na parte inferior. Em seguida essas partículas escorrem pelas canaletas direcionando-se para o reservatório.

Entretanto, esse tipo de dessalinizador caseiro apresenta perda de calor devido ao material da alvenaria trocar energia térmica com o ambiente externo, por ser um material cimentício; o vidro ser transparente permite que os raios solares incidam sobre a água e reflitam para a atmosfera; e, as passagens que não ficam totalmente vedadas.

Como solução ao problema supracitado, Patil e Hole (2016) desenvolveram um método semelhante ao de alvenaria, entretanto substituindo estas por uma piscina de fibra de vidro, onde em seu reservatório é feita uma pintura preta para absorver o máximo de energia possível do sol. Para evitar o vazamento de raios solares, é utilizado um vidro fumê, o que permite a entrada de luz e evita a saída desta, aumentando assim constantemente a temperatura interna ao tanque. E devido à natureza de sua construção, não há espaços vazados para saída de calor.

Outra solução dava aos problemas do método da alvenaria, foi a utilização de *fryezers* ou geladeiras velhas como reservatório. Isso porque esses dois equipamentos tem uma ótima vedação o que permite a manutenção do calor interno. A porta desses dois, quando não forem de vidro, deverão ser substituídas por, visto que é necessária a entrada da luz solar para o aquecimento da água. O seu interior também deverá ser pintado de preto, pelo mesmo motivo

anterior. No entanto, esse método só é viável caso haja um equipamento desse disponível para a construção do dessalinizador.

Diferente do problema anterior, outro recorrente é a não produção de água potável no período noturno, isso porque o Sol está ausente o que cessa com o calor necessário para a evaporação. Como solução a isso, temos os dessalinizadores mistos que combinam o solar com um aquecimento elétrico que pode ser por luzes incandescentes ou resistências elétricas. Já o consumo dessa energia pode ser suprido de forma sustentável por painéis solares.

METODOLOGIA

Dessalinizador com alvenaria

Com base no que foi exposto, chegamos a uma tecnologia viável economicamente e de fácil instalação e obtenção no interior da Paraíba, sendo essa: um dessalinizador solar utilizando raios do astro para evaporação da água. Esse equipamento foi desenvolvido Buros et. al (1980).

O funcionamento consiste na colocação da água salobra no tanque (Figura 3), onde essa água fica sob lonas pretas, que facilita a absorção do calor gerado pelo Sol, e após a evaporação a água é condensada no vidro que fica na parte superior do tanque. Posteriormente essa água escorre para canos onde é drenada até uma caixa d'água.

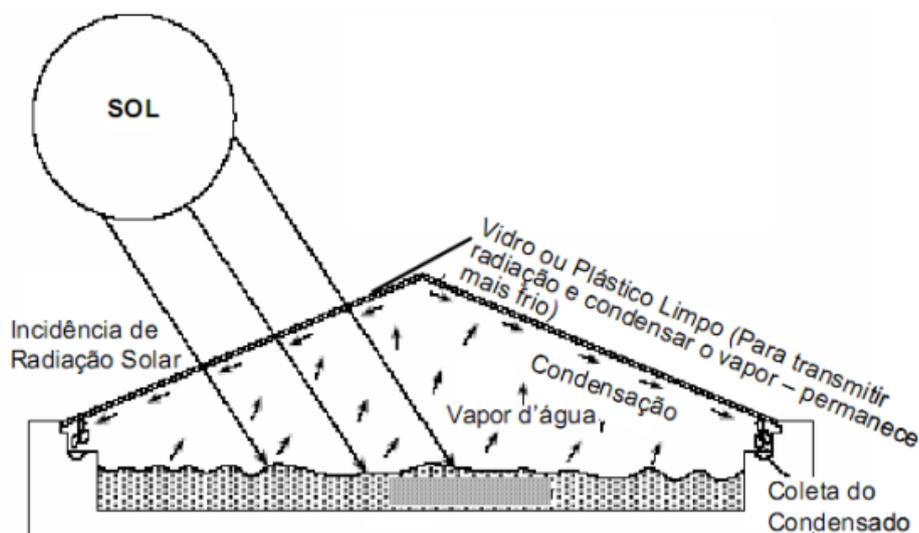


Figura 3. Ilustração do processo de dessalinização. Fonte: adaptado de Buros et al., 1980.

Esse dessalinizador é de baixo custo, pois utiliza apenas materiais encontrados em qualquer região. Utilizando dessa mesma ideia, foi desenvolvido um projeto técnico para a construção desse equipamento. A começar pela base, esta deve ser feita de argamassa com 5 cm de espessura e uma área de 4 m² (sendo um quadrado de lado igual a 2 m), conforme a Figura 4.



Figura 4. Base de argamassa para o dessalinizador.

Em seguida, deverão ser colocadas as paredes do tanque, essas deverão pré-moldadas *in loco* em concreto armado com espessura de 5 cm, conforme Figura 5 e Figura 6, e em seguida coladas com argamassa no local, conforme Figura 7.

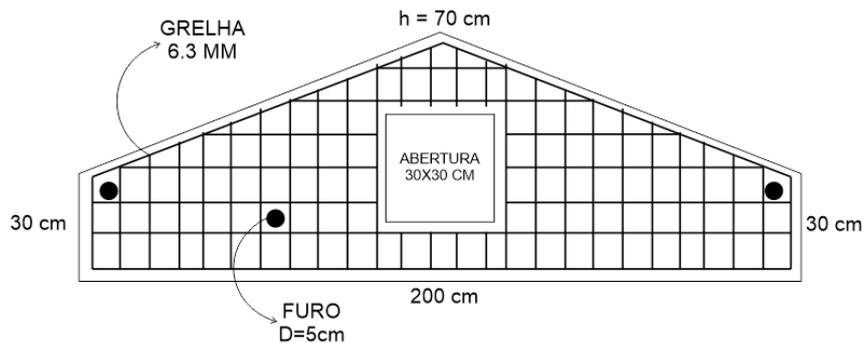


Figura 5. Detalhamento placa frontal e traseira.

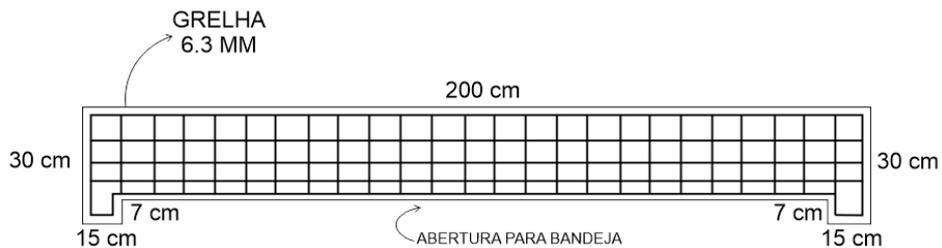


Figura 6. Detalhamento placa lateral.

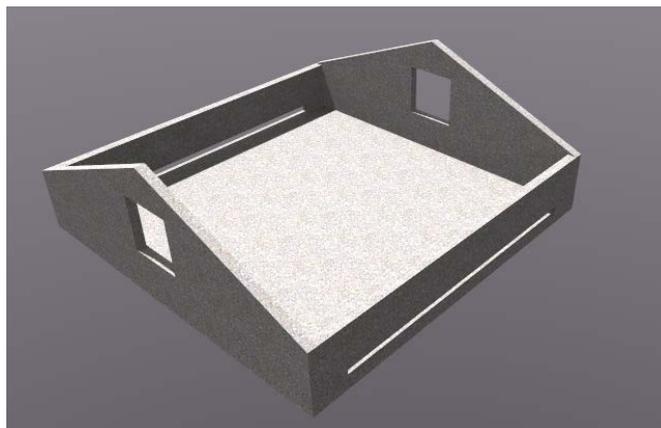


Figura 7. Montagem das placas.

Logo em seguida, deve-se colocar a bandeja de contenção de água, essa deverá ser feita de zinco e coberta por lona preta, conforme Figura 8 abaixo.

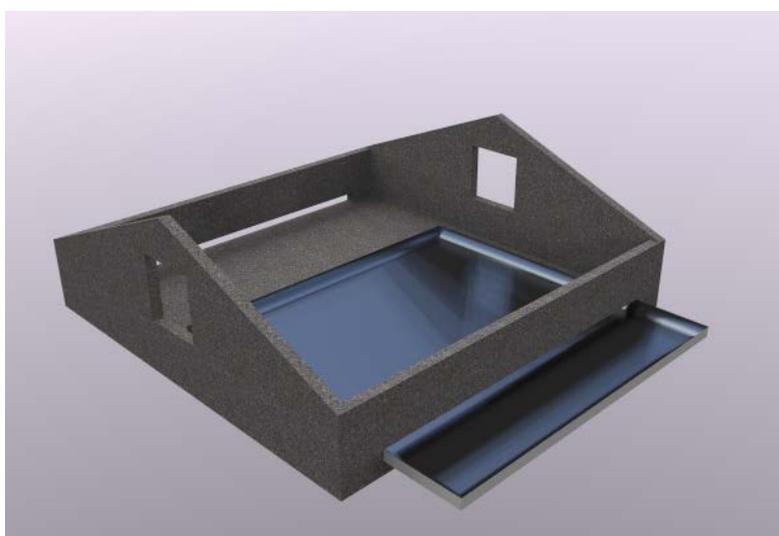


Figura 8. Colocação da bandeja de contenção de água salobra.

Após isso, deverão ser instaladas as calhas de drenagem a água dessalinizada (Figura 9).

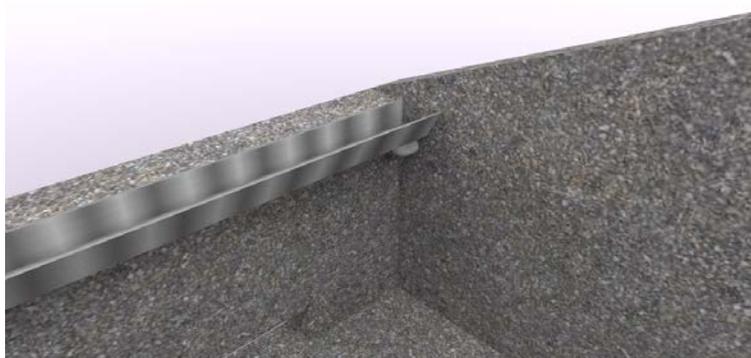


Figura 9. Colocação das calhas de drenagem.

As duas calhas possuem cano de drenagem na parte final, onde estes se unirão externamente ao tanque para levar a água até o reservatório caixa d'água de 500 L, situado a um nível abaixo do nível da base, conforme Figura 10.

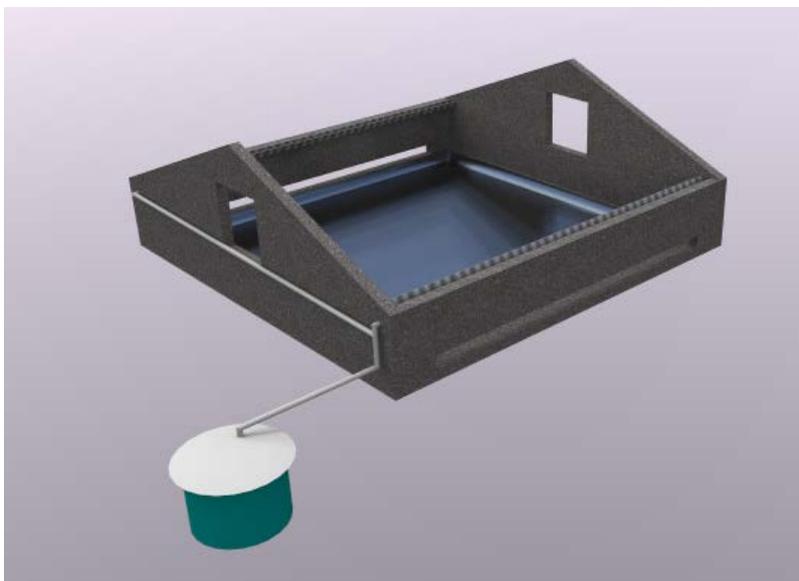


Figura 10. Colocação do reservatório de água dessalinizada.

Por fim, serão colocadas as coberturas de vidro ou plástico transparente e as portas para fechamento das janelas (Figura 11).

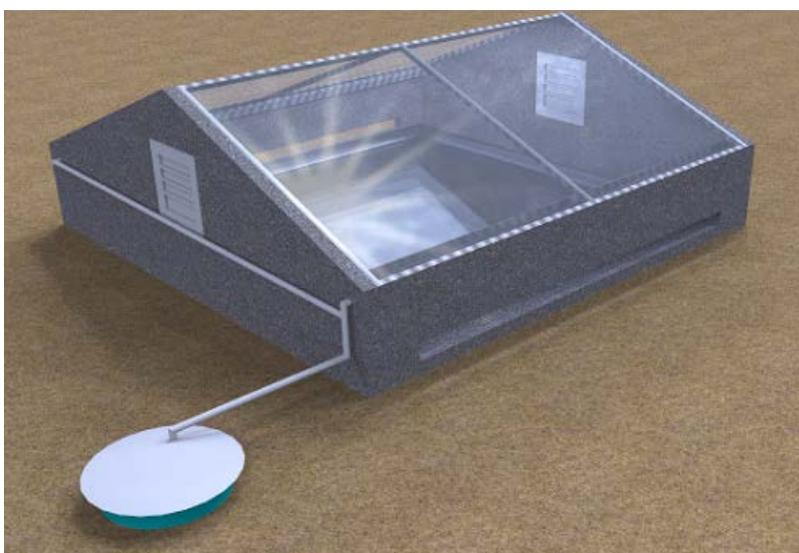


Figura 11. Colocação da cobertura de vidro.

Esse dessalinizador rende cerca de 9,27 L por dia (MARINHO et al., 2012). O custo médio desse modelo, excluindo-se a mão-de-obra, se aproxima de R\$ 900,00.

Dessalinizador com tanque de fibra de vidro

Como adaptação aos problemas inerentes ao item anterior, temos o dessalinizador com tanque de fibra de vidro. Este equipamento tem dimensões 1x1 metro e é fabricado com fibra de vidro e resina epóxi – mesmo material utilizado em piscinas e caixas d'água. Sua forma de assemelha ao tipo de alvenaria, e seu interior é pintado de preto. O telhado é de vidro com

película fumê, o que possibilita o maior acúmulo de energia térmica no interior do tanque (Figura 12).



Figura 12. Dessalinizador com fibra de vidro. Fonte: Patil; Hole (2016).

Devido ao fato dele reter calor, possuir um ambiente menor e evitar a perda de vapor, esse equipamento possui um ótimo desempenho, 5,38 L por dia (PATIL e HOLE, 2016). O que representa um aumento de 43%, quando comparado o rendimento/metro quadrado do modelo anterior. O custo médio desse modelo, excluindo-se a mão-de-obra, se aproxima de R\$ 400,00.

Dessalinizador com freezers e geladeiras

Esse modelo foge da tendência dos outros dois, entretanto segue o mesmo princípio: uma câmara interna escura para colocação da água salobra e uma cobertura de vidro para entrada da luz solar e condensação do vapor de água potável. A vantagem desse método é a reutilização de freezers e geladeiras velhas, a dificuldade é encontrar esse material com facilidade no interior, além da dificuldade de adaptação do telhado inclinado, sem que deixe brechas para vazamento de calor e umidade (Figura 13).

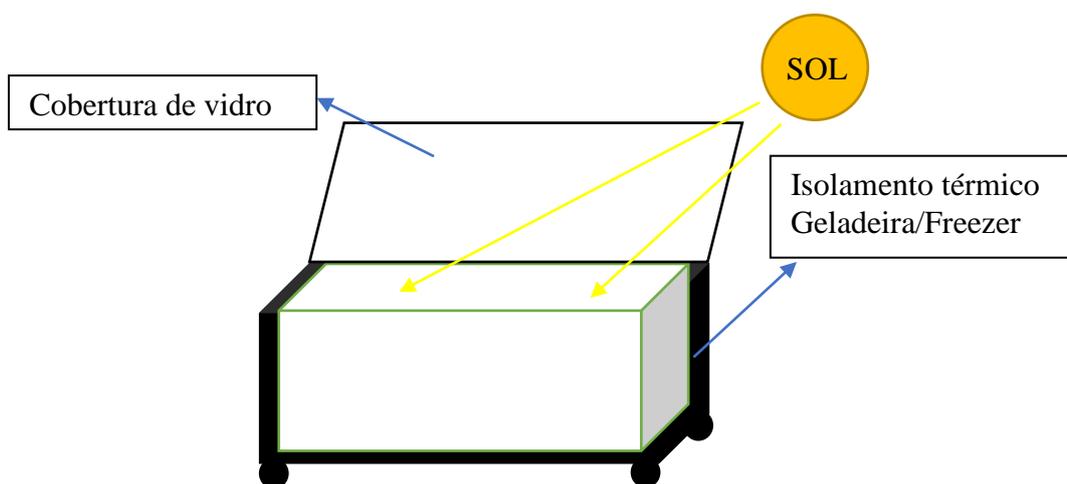


Figura 13. Dessalinizador com geladeira/freezer.

O custo desse método foi estimado em R\$ 300,00. Não foram obtidas informações sobre o seu rendimento.

Proposta adaptada – Dessalinizador misto com isopor

Esse modelo foi uma adaptação criada pelos autores levando-se em consideração a facilidade de encontrar o material, a facilidade de construção e a possibilidade de transporte do equipamento. A proposta é um tanque feito com caixa térmica de isopor cortada em forma de casa com duas águas. O interior será revestido com caixas de leite industrial, a qual possui fechamento térmico com alumínio o qual ajudará a retenção de calor, e sobre essas será dada uma demão de tinta preta. Nos cantos serão instalados as calhas e os coletores que transportarão a água potável até o reservatório inferior. A cobertura será feita com vidro com película fumê, e dentro será instalada uma resistência elétrica (Figuras 14, 15, 16 e 17).

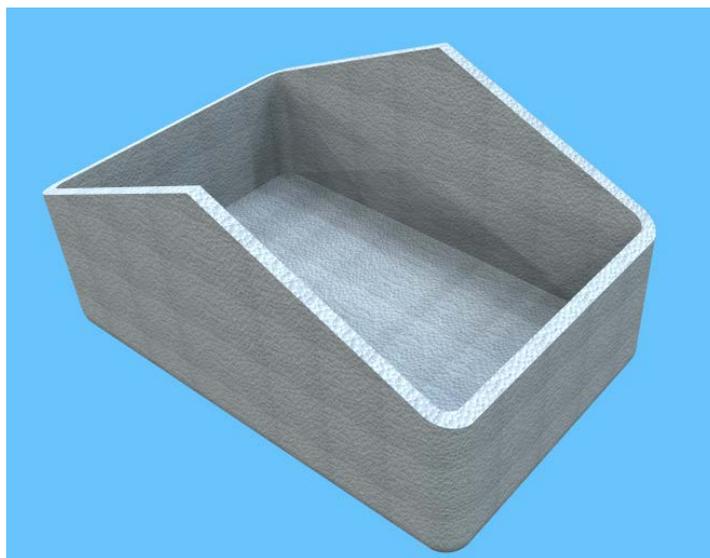


Figura 14. Caixa de isopor cortada.

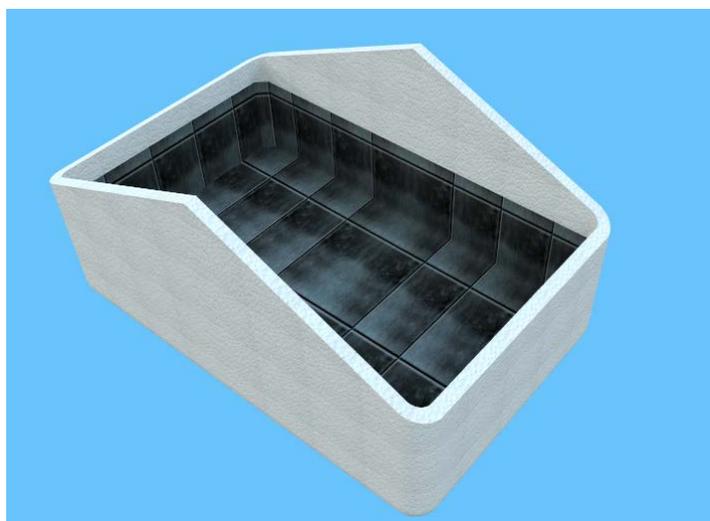


Figura 15. Colocação das caixas de leite pintadas de preto.

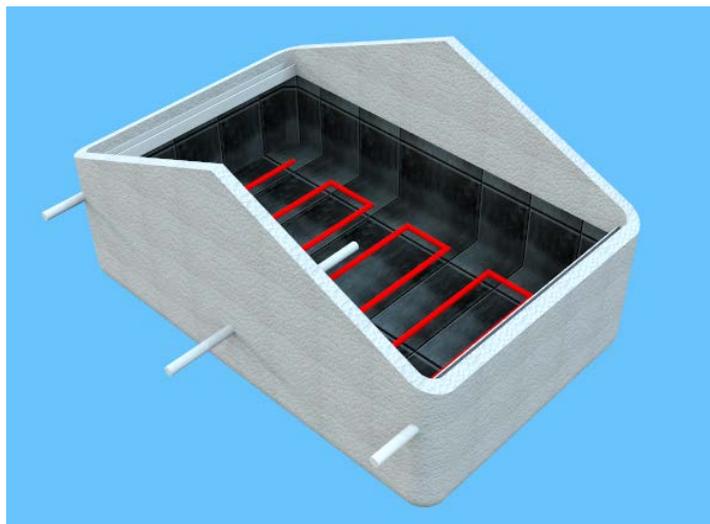


Figura 16. Colocação da resistência elétrica e as calhas.

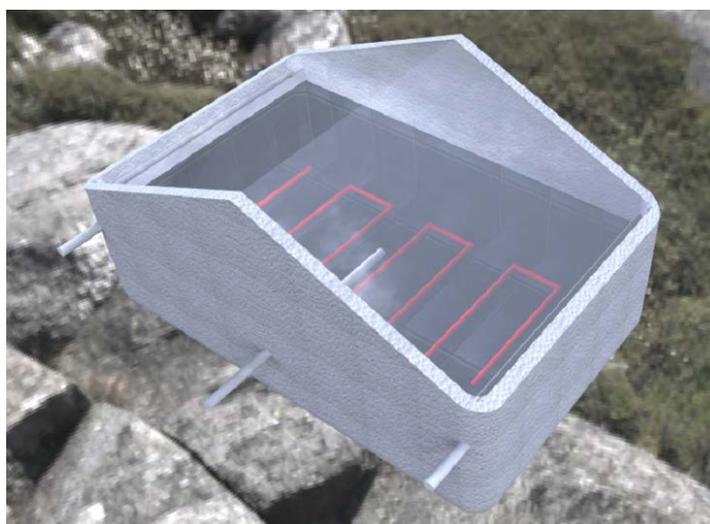


Figura 17. Colocação da cobertura de vidro fumê.

Como ele retém calor devido às propriedades das caixas de leite e do isopor, além da película fumê do vidro e ao fechamento total dos orifícios, faz desse ter um alto desempenho, chegando próximo ao tanque de fibra de vidro. E no período noturno, o sistema utiliza a energia produzida pela placa solar para alimentar a resistência elétrica (Figura 18).

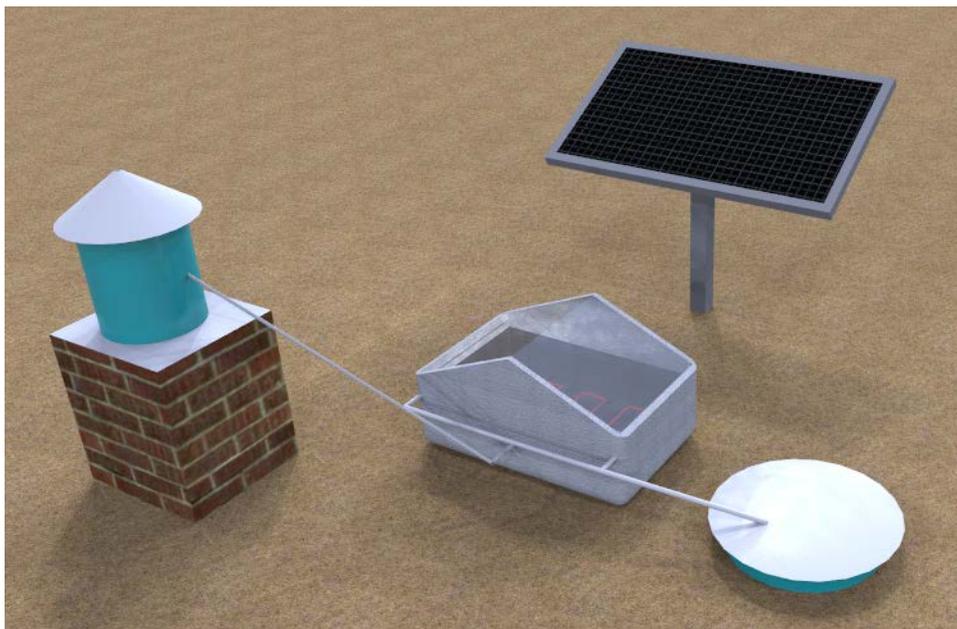


Figura 18. Colocação da cobertura de vidro fumê.

O custo aproximado do dessalinizador é de R\$ 250,00, não inclui a placa solar nem os reservatórios, e assim como os demais, a mão-de-obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É conhecimento de todos que a escassez de água no semiárido nordestino brasileiro assola a região à décadas. Esse problema é decorrente de diversos fatores climáticos que, quando juntos, ocasionam uma devastação na fauna e flora local; isto é, milhares de animais e planta morrem por falta desse elemento fundamental à vida: a água. Nesse contexto, algumas localidades no interior nordestino apresentam águas subterrâneas que, por hora, são salobras e impróprias para o consumo humano. Sendo assim, é de fundamental importância o uso de novas tecnologias e técnicas viáveis de dessalinização para a manutenção da vida nessas localidades. Sabendo disso, esse trabalho apresenta uma proposta de um sistema caseiro de dessalinização artesanal híbrido de baixo custo. Com a construção deste protótipo pretende-se contribuir como uma solução para o problema da falta de água para o consumo humano no semiárido nordestino Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos excelentes alunos: Ítalo Henrique Fernandes Nobrega e Joseph Hakkinen Alves Santos do curso de engenharia civil da UFCG por contribuir na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. L. **Análise da produção e qualidade da água ofertada por dessalinizadores solares no município de Remígio-PB.** 2018.

BUROS, O. K. et. al. **The USAID desalination manual.** Produced by CH2M HILL Internacional for the U. S. Agency Development, Washington, D. C, 1980.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes.** New York: J. Wiley, 1991.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Recursos Hídricos: APRH**, v. 23, n. 2, p. 43-65, 2002.

JACOBI, P. R. Governança da Água e Aprendizagem Social no Brasil. **Sociedad Hoy**, n. 15, p. 25-44, 2008.

MARINHO, F. J. L.; UCHÔA, T. R.; LEITE, S. F.; AGUIAR, R. L.; NASCIMENTO, A. S. Dessalinizador solar associado a coletor de águas de chuvas para fornecer água potável. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 20, p. 69. 2015.

SILVA, J. A. L. **Dessalinizador solar com condensador extra acoplado para produção de água potável no semiárido brasileiro**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, CTRN, Universidade Federal de Campina Grande, 2017.

SODIS. Solar Water Disinfection. 2012.

UCHÔA, T. R. **Pesquisa ação participativa em sistemas de dessalinizador solar associado a coletor de águas pluviais para fornecer água potável**. 2016.