

USO DA ENERGIA SOLAR PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUAS SALINAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Use of solar energy for water distillation salt in semi-arid Paraíba

El uso de la energía solar para la destilación de sal de agua en semiáridas de la Paraíba

José Adailton Lima Silva
Universidade Federal de Campina Grande
adailton_limasilva@hotmail.com

Vera Lucia Antunes de Lima
Universidade Federal de Campina Grande
antuneslima@gmail.com

Francisco José Loureiro Marinho
Universidade Estadual da Paraíba
chicohare@yahoo.com.br

Pedro Vieira de Azevedo
Universidade Federal de Campina Grande
pvieira@dca.ufcg.edu.br

Thais Mara Souza Pereira
Universidade Federal de Pernambuco
thaismara_estrela@hotmail.com

Resumo

A escassez de água advinda das condições climáticas do semiárido paraibano tem forçado inúmeras famílias rurais a consumirem água de má qualidade, o que tem contribuído para o aumento de casos de doenças transmitidas pela água. Tendo em vista esta problemática, objetivou-se analisar como o uso de destiladores solares pode proporcionar a obtenção de água potável, e avaliar os benefícios socioeconômicos e ambientais advindos do uso desta tecnologia. Após os estudos, observou-se que os destiladores solares são uma tecnologia de baixo custo econômico, de fácil disseminação social, utilizam energia solar (limpa e renovável), e são capazes de fornecer água potável para atender as demandas hídricas de famílias que convivem com a escassez hídrica em regiões semiáridas.

Palavras-chaves: Energia Solar; Destiladores Solares; Água potável; Semiárido Paraíba.

Abstract

The scarcity of water arising from climatic conditions of semi-arid Paraíba has forced many rural families to consume poor quality water, which has contributed to the increase

in cases of waterborne diseases. In view of this problem, the objective was to examine how the use of solar distillers can provide the production of drinking water, and assess the socio-economic and environmental benefits from the use of this technology. After the studies, it was observed that solar distillers are a low economic cost technology, easy social diffusion, uses solar energy (clean, renewable), and are able to provide drinking water to meet the water demands of families living with the shortage of water in semi-arid regions.

Keywords: Solar energy; Distillers Solar; Drinking Water; Semi-arid Paraíba.

Resumen

La escasez de agua que surge de las condiciones climáticas del semiárido de la Paraíba ha obligado a muchas familias rurales a consumir agua de mala calidad, lo que ha contribuido al aumento de casos de enfermedades transmitidas por el agua. En vista de este problema, el objetivo fue examinar cómo el uso de destiladores solares puede proporcionar la producción de agua potable, y evaluar los beneficios socio-económicos y ambientales de la utilización de esta tecnología. Después de los estudios, se observó que los destiladores solares son una tecnología de bajo coste económico, fácil difusión social, utilizan la energía solar (limpia y renovable), y son capaces de proporcionar agua potable para satisfacer las demandas de agua de las familias que viven con la escasez de agua en regiones semiáridas.

Palabras clave: Energía solar; Destiladores solares; El agua potable; Semiárido de la Paraíba.

Introdução

Atualmente, em algumas regiões semiáridas, a carência extrema de água de boa qualidade força as populações a consumirem águas com elevados níveis de contaminação biológica e química (sais), com consequentes danos a saúde (AMARAL *et al.*, 2003). Tal realidade pode ser encontrada em várias comunidades rurais do semiárido paraibano, como é o caso do Assentamento Olho D'Água, município de Seridó-PB.

No município de Seridó-PB, escopo espacial desta pesquisa, a população local convive com a escassez de água periódica, e cerca de 90% da população rural (5.126 habitantes) sobrevivem com condições inadequadas de saneamento básico: água e esgoto (IBGE, 2010). Além disso, tem-se o fato de que grande parte da população rural consome águas de poços, açudes ou de cisternas sem nenhum tratamento, o que tem contribuído para o aumento dos casos de doenças de veiculação hídrica. Logo, torna-se urgente fornecer água de boa qualidade.

Num caminho de solução para obter água potável no semiárido brasileiro, tem-se a dessalinização das águas a partir de destiladores solares. Em síntese, o destilador solar utiliza a radiação solar para aquecer a água, a qual irá evaporar e condensar dentro do destilador. Com isso, a água torna-se potável em virtude das altas temperaturas, no interior

do destilador, eliminar os microrganismos patógenos, e possibilitar a retirada dos sais dissolvidos na água (MARINHO *et al.*, 2015).

Um destilador solar pode produzir água para beber sem uso de eletricidade, sem produtos químicos e sem uso de elementos filtrantes (SOARES, 2004). Segundo este autor, em lugares onde a radiação solar disponível é de média a alta, como acontece no semiárido brasileiro (radiação solar global entre 500 e 900W.m⁻² durante 6 e 7 horas em dias sem nuvens), a destilação solar pode ser utilizada para o tratamento da água com microrganismos vivos, com sais e até com compostos não-biodegradáveis.

Em suma, os destiladores solares possibilitam inúmeros benefícios: capta as águas das chuvas; produz água potável suficiente para melhorar as condições de segurança hídrica; tem baixo custo de implantação e manutenção; facilita o acesso à água devido à proximidade dos destiladores junto às residências; pode ser de uso individual ou coletivo; e é uma tecnologia social de fácil aprendizagem (MARINHO *et al.*, 2015, p. 80).

Diante do contexto, o presente estudo objetiva avaliar o potencial de dessalinização e desinfecção de águas através da energia solar disponível no semiárido paraibano. Para tanto, foram analisados destiladores solares instalados no Assentamento Olho D'Água, município de Seridó-PB, no semiárido paraibano, onde muitas famílias rurais têm convivido com a escassez de água potável.

Sabendo-se que a energia solar disponível em regiões semiáridas pode proporcionar benefícios socioambientais através de destiladores solares (SOARES, 2004), o presente estudo buscará responder: qual é o potencial diário de obtenção de água potável alcançada a partir da energia solar disponível localmente? De que forma os destiladores solares podem ser considerados uma tecnologia social de fácil construção e de baixo custo? Quais são os benefícios sociais, econômicos ou ambientais advindos do uso dos destiladores solares?

Esses questionamentos foram respondidos através de uma pesquisa experimental, descritiva e quali-quantitativa tomando por base: fundamentos teóricos e documentais; visitas técnicas e observações *in loco*; levantamento de dados e realização de cálculos estatísticos; além da realização de análises laboratoriais das amostras de águas coletadas antes e depois do processo de destilação.

Por fim, sabendo-se que o consumo de água potável aumenta à medida que cresce a população, restando como uma das saídas para satisfazer as necessidades hídricas, a dessalinização e desinfecção das águas dos açudes, cisternas e poços (CRAVO &

CARDOSO, 1996), objetiva-se analisar o potencial de obtenção de água potável através dos destiladores solares.

Materiais e métodos

Espaço de pesquisa

O presente trabalho foi realizado no Assentamento Olho D'Água, município de Seridó (6°55'58" S e 36°23' 8" W), situado na microrregião do Seridó Oriental do estado da Paraíba (Figura 1). O referido município está a 192 km da capital paraibana, João Pessoa, e apresenta uma área de 276 km², uma população de 10.230 habitantes, e um IDH de 0,555 (IBGE, 2010).

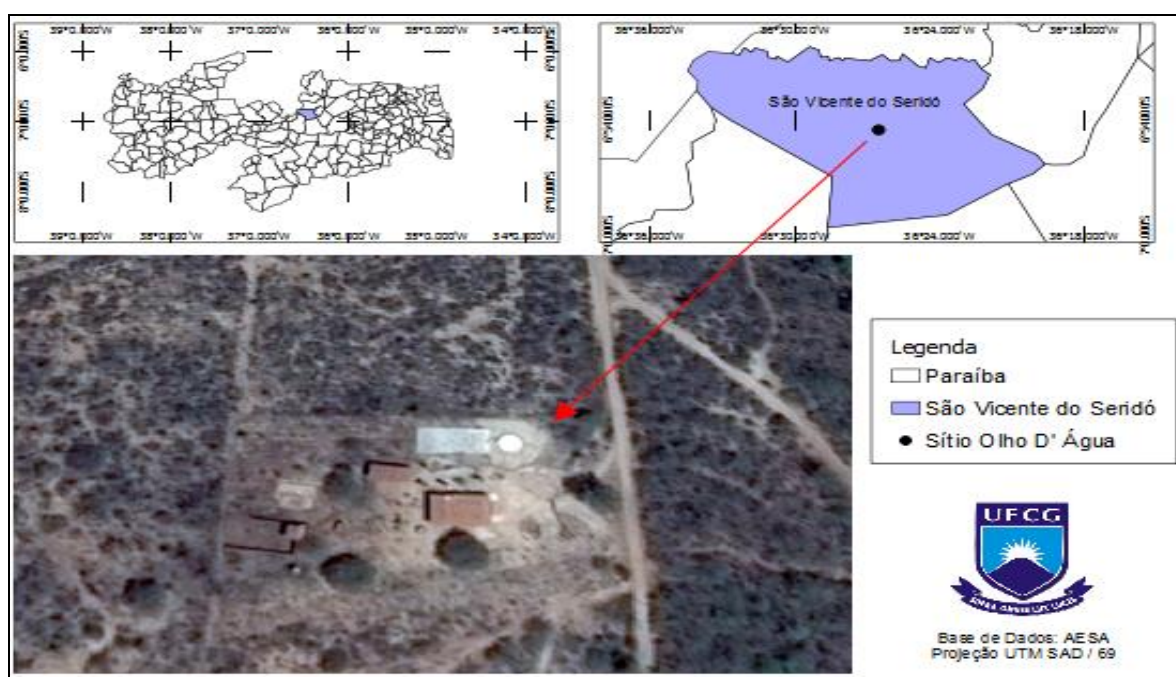


Figura 1: Localização do sítio Olho D'água, no município de Seridó-PB. **Fonte:** Arquivo pessoal

A escolha do Assentamento Olho D'água como espaço de pesquisa, se deu em virtude da população local conviver com a escassez hídrica e consumir água de potabilidade duvidosa.

Diante do cenário descrito, buscou-se avaliar o potencial de destilação das águas a partir do uso de destiladores solares (Figura 2). Eles consistem em cinco caixas (cada uma com 4m²) construída com placas pré-moldadas de concreto, totalizando uma área de 20m². A cobertura é composta de vidro, e o piso é uma lona Encerado (“lona de caminhão”). O vapor de água é condensado e conduzido a uma caixa de PVC de 300 litros. Cabe ressaltar

que as águas das chuvas são captadas pelos destiladores e armazenadas em outra caixa de PVC de 300 litros.

De forma simples, Marinho *et al.* (2012, p. 55) explicam que o processo de dessalinização ocorre quando a radiação solar, que passa através da cobertura transparente, aquece a água (salgada e/ou infectada) numa temperatura superior à da cobertura. Com isso, o gradiente da temperatura e o gradiente associado à pressão do vapor dentro do dessalinizador provocam a condensação do vapor de água sobre a superfície da cobertura transparente (vidro). A película delgada do condensador (vidro) escorre a água condensada até as canaletas (escape de destilado), direcionando as águas condensadas até o depósito da água destilada (Figura 3).



Figura 2: Destiladores Solares no Assentamento Olho D'água, Seridó-PB. **Fonte:** Arquivo pessoal

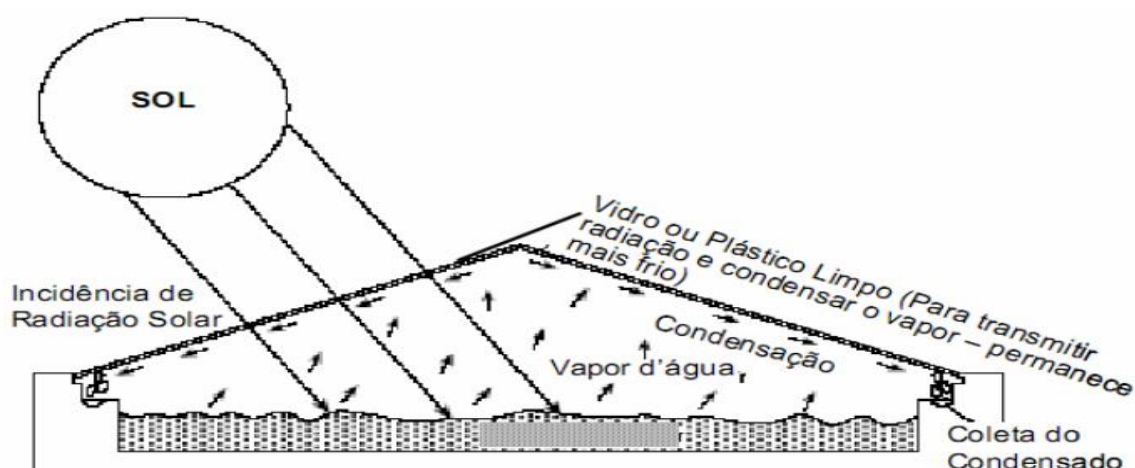


Figura 3: Desenho esquemático do funcionamento do destilador solar. **Fonte:** Buross *et al.*, 1980

Por fim, com o uso dos destiladores solares no Assentamento Olho D'Água, foram realizados alguns procedimentos metodológicos, os quais serão detalhados a seguir.

Procedimentos metodológicos

Esta é uma pesquisa experimental, descritiva e quali-quantitativa, utilizando como meios técnicos: o levantamento bibliográfico e documental que disponibilizaram conhecimentos e dados sobre a temática abordada nesta pesquisa; o registro icnográfico para diagnosticar, através de imagens, o uso dos destiladores solares; além da observação *in loco* e visitas técnicas.

Durante os estudos, foram medidas as temperaturas médias diárias do ar, e as quantidades diárias de água destilada. Tais medições ocorreram num período experimental de 7 dias consecutivos (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 de maio de 2016), onde: i) as temperaturas médias diárias foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); e ii) a contabilização da produção de água foi realizada diariamente, às 9hs de cada um dos 7 dias estudados. Com isso, puderam-se estimar o potencial de produção de água destilada em litros/m²/dia⁻¹.

Realizaram-se, ainda, análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de águas coletadas antes e depois do processo de dessalinização (ANEXO I). Logo, as amostras de águas coletadas em poços foram comparadas com as amostras destas águas após o processo de destilação. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Dessalinização – LABDES, o qual é referência em análise e tratamento de águas.

Ressalva-se que os níveis de salinidade foram, conforme Amorim *et al.* (2010), determinados através da análise de 24 parâmetros (condutividade elétrica, cloretos, sulfatos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, entre outros elementos) existentes nas águas coletadas antes e depois do processo de destilação.

Em suma, as análises laboratoriais de amostras de águas foram realizadas de forma comparativa. Tal iniciativa foi válida para analisar a qualidade das águas antes e depois do uso dos destiladores solares.

Por fim, o processamento de dados se deu através das análises estatísticas utilizando o aplicativo Microsoft Excel 2010 para tratamento de dados quantitativos. A escolha do Microsoft Excel 2010 se deu em virtude deste constituir-se em uma ferramenta que agiliza os processos de cálculo e a elaboração de tabelas e gráficos, além de possuir diversos recursos de funções e fórmulas (PEREIRA *et al.*, 2014).

Resultados e discussão

Potencial de obtenção de água potável

Durante os dias pesquisados levantou-se junto ao INMET, as temperaturas médias diárias do ar atmosférico, onde as temperaturas diárias variaram entre 17,2°C a 30,2°C, tendo como média diária 27,1°C.

Após analisar as temperaturas médias diárias do ar, houve o levantamento da produtividade de água destilada durante o período experimental. Na Figura 4, apresentam-se os valores correspondentes a obtenção de água diária dos destiladores solares. Com isso, pôde-se estimar a produção média diária de água obtida. Os destiladores solares produziram, em média, 37 litros por dia.

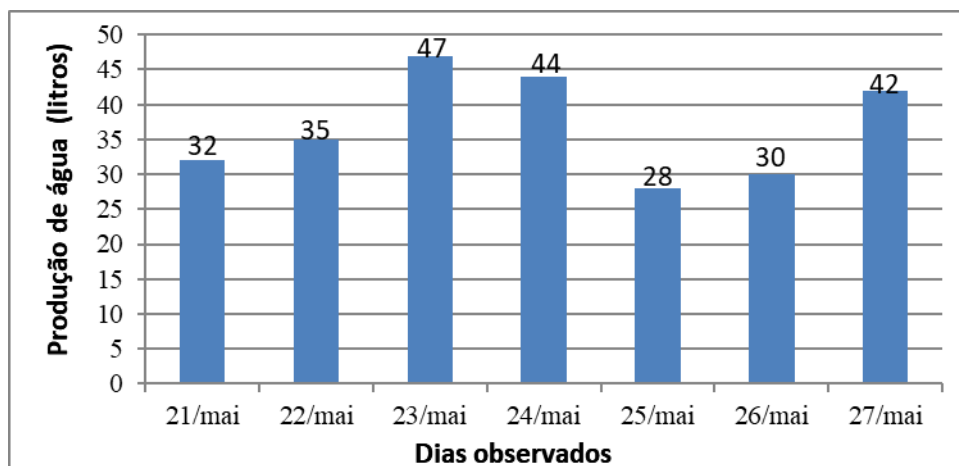


Figura 4: Produção diária de água potável. **Fonte:** Arquivo Pessoal

Diante dos dados expostos nas Figuras 4, observa-se uma oscilação na produção de água ao longo dos sete dias. Isso se deu em virtude das variações dos elementos climáticos (temperatura e nebulosidade), pois nos dias de menor nebulosidade e maior temperatura houve uma maior produção de água destilada. Em contrapartida, nos dias em que a nebulosidade foi intensa, houve menores temperaturas diárias, o que diminuiu a produção de água potável. Com isso, conclui-se que a maior ou menor nebulosidade e/ou temperatura influenciam diretamente na produção de água potável.

Cabe ressaltar que o acúmulo de sais no interior do destilador solar também diminui a produção de água potável, pois a presença de sais muda a tensão superficial/interfacial da água (LIMA *et al.*, 2013), provocando a diminuição do potencial osmótico/hídrico e, conseqüentemente, a redução da evaporação da água (SCHOSSLER *et al.*, 2012). Em síntese, com o aumento dos sais dentro dos destiladores solares, houve uma diminuição do

processo de evaporação da água e, conseqüentemente, menor condensação e obtenção de água destilada.

Sabendo-se que cada destilador solar detém uma área de 4m², obteve-se uma produção média de 1,8 litros/m²/dia⁻¹. Este potencial de obtenção de água destilada é um resultado superior aos encontrados nos estudos com destiladores solares de Vargas *et al.* (2012), e Marinho *et al.* (2012), que obtiveram, respectivamente, 0,65 litros/m²/dia⁻¹; e 1,74 litros/m²/dia⁻¹.

Por fim, teve-se o fato do período de estudo (de 21 a 27 de maio de 2016) compreender o outono (Hemisfério Sul), o que propicia menores temperaturas e maiores nebulosidades quando em comparação com outras estações do ano (primavera e verão). Todavia, mesmo sobre condições climáticas (temperaturas e nebulosidade) adversas para a destilação por energia solar, obteve-se uma produção muito significativa e de suma importância para atender as necessidades hídricas das famílias locais.

Análises da qualidade das águas

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das águas que foram coletadas antes (água *in natura* de um poço artesiano) e depois (água destilada). Assim, foi analisada a qualidade da água *in natura* em comparação com a mesma água após o processo de destilação solar.

Tabela 1: Resultado das análises físico-químicas das águas *in natura* e dessalinizadas.
Fonte: Arquivo pessoal

PARÂMETROS (valores não admissíveis encontrados)	Água <i>in natura</i> (poço artesiano)	Água Dessalinizada	Valor Máximo Permitido (Portaria 2914/11 do MS)
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	1390	10	500
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	1370,3	8,5	250
Sódio (Na ⁺), mg/L	541,9	2,9	200
Amônia (NH ₃)	3,04	1,18	1,5
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	5140	23,1	—
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	3141	22,2	1000

Tabela 2: Resultado das análises microbiológicas das águas *in natura* e dessalinizadas.
Fonte: Arquivo pessoal

PARÂMETROS MICRO- BIOLÓGICOS	Água <i>in natura</i> (poço artesiano)	Água Dessalinizada	Valor Máximo Permitido (Portaria 2914/11 do MS)
Coliformes totais	2,024x10³	0,02x10³	0 em 100 mL
Escherichia Coli	2,024x10³	0	0 em 100 mL

No tocante às análises físico-químicas, as mesmas analisaram 24 parâmetros. Todavia, no Quadro 1 estão descritos os parâmetros que apontaram valores não recomendáveis pela Legislação Brasileira. Logo, analisando as amostras de águas *in natura* retiradas de um poço artesiano, observaram-se níveis de salinidade altíssimos, dentre eles pode-se citar: i) cloreto (1370,3 mg/L), um valor 5 vezes maior que o permitido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) que é de 250 mg/L; ii) o sódio obteve 541,9 mg/L,

um valor 2 vezes maior que o recomendável pelo MS; além dos iii) STD alcançarem 3141 mg/L, um valor 3 vezes maior que o permitido pela Legislação Brasileira.

Todavia, ao analisar a mesma água após o processo de destilação solar, obtiveram-se resultados físico-químicos compatíveis com os parâmetros de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2011). Neste sentido, basta verificar que os valores de cloretos, sódios, amônia etc., estão dentro dos valores máximos permitidos pela Portaria 2.914/11, o que confirma a eficiência dos destiladores solares para a promoção de água potável.

Cabe ressaltar que: em se tratando da análise microbiológica, foram identificados valores expressivos, tanto para *coliformes totais* como para *Escherichia Coli*, logo:

a) Na água *in natura* do poço artesiano, foram encontrados altos níveis de contaminação biológica ($2,024 \times 10^3$) para *coliformes totais* e *E. Coli*. Assim, esta água não deve ser ingerida, pois a presença *Escherichia Coli* pode causar infecção urinária, abscesso no fígado, pneumonia, meningite, artrite, diarreias etc. Para se ter uma noção da gravidade da presença da *E. Coli*, basta lembra que em 2009, no Brasil, as doenças diarreicas agudas ocasionaram 3,1% das mortes de crianças menores de cinco anos (MOURA *et al.*, 2012, p. 174). Isto representa centenas de mortes. Logo, qualquer presença de *E. Coli*, como ocorreu nas amostras das águas *in natura* do poço artesiano, não é permitido o uso para o consumo humano.

b) No tocante a água destilada, observou-se a ausência de *E. coli* (0 em 100mL), o que torna a água livre de bactérias causadoras de doenças. Todavia, observou-se a presença de alguns *coliformes totais* ($0,02 \times 10^3$), o qual é justificado pela pequena presença de baterias heterotróficas, as quais não causam doenças e estão sempre presentes em qualquer tipo de água. Todavia, a Portaria 2.914/11 exige que a presença de *coliformes totais*, independentemente da quantidade, deve passar por um tratamento. Assim, as águas após a destilação solar são tratadas, pelas próprias famílias, com a aplicação de cloro, o qual tem ação germicida, fungicida, algicida, protozoocida, viricida, além de combater outras formas vegetativas de bactérias (RUI *et al.*, 2011, p.11).

Em síntese, os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas confirmaram que: a água do poço artesiano, com altos níveis de contaminação química e bacteriológica, tornou-se potável após o processo de destilação utilizando os destiladores solares.

Benefícios socioeconômicos e ambientais

Um dos maiores benefícios atribuídos ao uso de destiladores solares, está no fato desta tecnologia obter água de boa qualidade através do uso da energia solar, a qual é gratuita e de grande potencial no Semiárido Brasileiro.

Com o uso dos destiladores solares, obteve-se água de boa qualidade para atender as necessidades hídricas de 18 pessoas distribuídas em cinco famílias, totalizando um consumo médio de 2 litros/por pessoa/dia.

É importante lembrar que um dessalinizador solar, além de não causar impacto ambiental, ele é economicamente viável para pequenos agricultores, pois: os custos que envolvem a construção de um destilador solar é na ordem de R\$ 800,00 reais, valor menor que 1 Salário Mínimo atual no Brasil (R\$ 880,00). Sabendo-se que o valor médio de um garrafão de água potável de 20 litros é, em média, R\$ 5,00 reais, tem-se que o valor do investimento (R\$ 800,00) será compensado em 2 anos, isso em virtude da produção média (38,4 litros/dia) de água potável.

Os destiladores solares são uma tecnologia imprescindível, pois possibilita inúmeros benefícios socioeconômicos, a saber: é uma tecnologia de baixo custo de implantação e manutenção, além de fácil aprendizagem; facilita o acesso à água devido à proximidade dos destiladores junto às residências; pode ser de uso individual ou coletivo; contribui para melhorar as condições de segurança hídrica; tem contribuído para aumentar a oferta de água para o consumo humano; e o concentrado/rejeito (sais) é fornecido aos animais como ração mineral. Além disso, não causa impactos ambientais, não detém custos com energia elétrica e é considerada uma tecnologia limpa e sustentável (BOUKAR & HARMIN, 2001).

O fato dos destiladores solares não causarem impactos ambientais; utilizar sem comprometer os recursos naturais; e gerar benefícios socioeconômicos; tudo isto faz com que os destiladores solares se configurem como uma Tecnologia Social e Sustentável.

Por fim, sabendo-se que a escassez hídrica e a ingestão de águas de má qualidade que estão armazenadas em açudes, poços e cisternas, têm-se transformado num problema de saúde pública (MARINHO *et al.*, 2015), torna-se imprescindível o uso dos destiladores solares para a obtenção de água potável suficiente para atender as necessidades hídricas de famílias de regiões semiáridas.

Considerações finais

Diante dos resultados das pesquisas, pôde-se concluir que:

- 1- Em regiões semiáridas, a exemplo do espaço de pesquisa investigado, há um grande potencial de energia solar, o qual pode e deve ser utilizado na promoção de melhorias para atender as necessidades hídricas da população local;
- 2- Com os destiladores solares, os quais totalizaram 20m², verificou-se a obtenção de, em média, 37 litros/dia de água para o consumo humano, o que foi suficiente para atender as necessidades de água potável de 18 pessoas de 5 famílias;
- 3- Observou-se que os destiladores solares são uma tecnologia simples, e que pode possibilitar benefícios socioeconômicos e ambientais, pois: é de baixo custo de implantação e manutenção; possibilita o uso individual ou coletivo; não causa impactos ambientais; não detém custos com energia elétrica, e é uma tecnologia limpa e sustentável. Finalmente, sabendo-se que a insuficiência e irregularidade na distribuição de chuvas, a temperatura elevada, e a forte taxa de evaporação, são características climáticas que projeta derivadas radicais para o mundo das águas, para o mundo orgânico das caatingas e para o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões e regiões semiáridas (AB’SÁBER, 2003, p. 85), torna-se imprescindível conceber tecnologias sociais que fomentem a segurança hídrica de inúmeras famílias que convivem com a escassez de água em regiões semiáridas.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela Bolsa de Doutorado fornecida ao autor; as famílias rurais pela confiança em nosso trabalho; e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

Referências bibliográficas

AB’SÁBER, A. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. 2003. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista Saúde Pública*, vol. 37, n° 4, São Paulo, agosto de 2003.

AMORIM, J.R. A.; CRUZ, M.A. S.; RESENDE, R.S. 2010. Qualidade da água subterrânea para irrigação na bacia hidrográfica do Rio Piauí, em Sergipe. *Revista Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.8, p.804–811, 2010.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução nº 274, de 22 de Setembro de 2005*. Disponível em: <http://www.notadez.com.br/content/normas.asp>. Acesso em: 06 de out. de 2015.

BOUKAR, M.; & HARMIM, A. 2001. Effect of climate conditions on the performance of a simple basin solar still: a comparative study. *Desalination*, v.137. Adrar, Algérie, 2001. p. 15-22.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria Nº 2.914/2011*. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/>. Acessado em: 16 de março de 2016.

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

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pedra Lavrada-PB*. Org. [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CRAVO, J. G.; & CARDOSO, H. E. *Projeto de dessalinização de solos e água*. Nota Técnica nº1. Brasília/DF: SRH/MMA, 1996.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 de maio de 2016.

INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*. Dados de temperatura. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 09 de junho de 2016.

LIMA, E. R. A.; MELO, B. M.; BAPTISTA, L. T.; PAREDES, M. L. L. 2013. Specific ion effects on the interfacial tension of water/hydrocarbon systems. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 30, No. 01, pp. 55 - 62, January - March, 2013.

LOPES, J. T. *Dimensionamento e análise térmica de um dessalinizador solar híbrido*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, 2004.

MARINHO, F. J. L.; UCHOA, T. R.; LEITE, S. F.; AGUIAR, R.L.; NASCIMENTO, A. S. 2015. Dessalinizador Solar associado a coletor de águas de chuvas para fornecer água potável. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.20, 2015, p. 68-82.

MARINHO, F. J. L.; ROCHA, E. N.; SOUTO, E. A.; CRUZ, M. P.; TAVARES, A. C.; SANTOS, S. A.; MARCOVICZ, F. 2012. Destilador solar destinado a fornecer água potável para as famílias de agricultores de base familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(3): 53-60, 2012.

MENEZES, U. G.; WINCK, A. G.; DIAS, V. V. 2010. A inovação tecnológica sustentável e a geração de valor sustentável na indústria química. *Revista eletrônica de Gestão de Negócios*, v. 6, n. 3, jul.-set./2010, p. 114-139.

MOURA, M. R. S. A. L.; MELLO, M. J. G.; CALÁBRIA, W. B.; GERMANO, E. M.; Ruben Rolando Schindler MAGGI, R. R. S.; CORREIA, J. B. 2012. Frequência de *Escherichia coli* e sua sensibilidade aos antimicrobianos em menores de cinco anos hospitalizados por diarreia aguda. *Rev. Bras. Saúde Materno Infantil*, Recife, 12 (2): 173-182 abr. / jun., 2012.

PEREIRA, M. L. D.; ARAÚJO JUNIOR, C. F.; SCHIMIGUEL, J. 2014. Ensinando a distribuição de probabilidade normal utilizando os recursos do Microsoft Excel. *Revista acadêmica de economia: En Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Número 193, 2014.

RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; CRUZ, L. V.; MACHADO, T. L.; LOPES, H. C. 2011. Principais métodos de desinfecção e desinfectantes utilizados na avicultura: revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, Ano IX, N° 16, 2011.

SÁ, L.F.; JUCÁ, J.F.T.; MOTTA SOBRINHO, M.A. 2012. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. *Revista Ambi-Água*, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 204-217, 2012.

SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAUILINO, A.C. 2012. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1563-1578, 2012.

SOARES, C. *Tratamento de água unifamiliar através da destilação solar natural utilizando água salgada, salobra e doce contaminada*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Florianópolis: UFSC, 2004.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. *Meteorologia e Climatologia*. Versão digital 2, Recife, 2006.

VARGAS, B.C.I.; SILVEIRA, C.E.; COSSA, C.A.; YOSHIDA, M. K. 2012. Destilador solar de baixo custo. *Revista Ciências do Ambiente*, On-Line, Vol. 8, Número 1, Março, 2012.