



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CAMPUS II – LAGOA SECA/PB  
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

**ERINALDO ALMEIDA SOUTO**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PISOS UTILIZADOS EM  
DESTILADOR SOLAR SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL  
PARA AGRICULTORES DE BASE FAMILIAR DO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**LAGOA SECA – PB**

**2012**

**ERINALDO ALMEIDA SOUTO**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PISOS UTILIZADOS EM  
DESTILADOR SOLAR SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL  
PARA AGRICULTORES DE BASE FAMILIAR DO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Francisco José Loureiro Marinho

**LAGOA SECA – PB  
2012**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Joaquim Vitoriano Pereira - CCAA – UEPB

S726i	<p>Souto, Erinaldo Almeida</p> <p>Influência de diferentes pisos utilizados em destilador solar sobre a produção de água potável para agricultores de base familiar do semiárido nordestino. Lagoa Seca – PB / Erinaldo Almeida Souto. – 2012.</p> <p>27f. il.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) – Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2012.</p> <p>“Orientação: Prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho. Departamento de Agroecologia e Agropecuária”.</p> <p>1. Destilador solar. 2. Salinidade. 3. Recursos hídricos. 4. Água. I – Título.</p> <p>21. ed. CDD 333.792 3</p>
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais  
Departamento de Agroecologia e Agropecuária  
Campus II – Lagoa Seca  
Curso Bacharelado em Agroecologia

### RELATÓRIO DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AOS 07 DIAS DO MÊS DE AGOSTO DO ANO 2012 AS 14 HORAS, NA SALA INFORMATICA, COM A PRESENÇA DE PROFESSORES(AS) PARTICIPANTES DA BANCA EXAMINADORA ABAIXO DISCRIMINADA, REALIZOU-SE A APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PISOS UTILIZADOS EM DESTILADOR SOLAR SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL PARA AGRICULTORES DE BASE FAMILIAR DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO DESENVOLVIDO PELO(A) ALUNO(A) ERINALDO ALMEIDA SOUTO

A APRESENTAÇÃO TRANSCORREU EM CONFORMIDADE COM AS NORMAS ESTABELECIDAS PELA RESOLUÇÃO/CONSEPE/32/2009. O(A) ALUNO(A) UTILIZOU 20 MINUTOS PARA A APRESENTAÇÃO E A BANCA EXAMINADORA UTILIZOU IGUAL TEMPO PARA AS DEVIDAS ARGUIÇÕES. AO TÉRMINO DA APRESENTAÇÃO, A BANCA SE REUNIU ISOLADAMENTE E EMITIU O PARECER ATRIBUINDO A NOTA 9,5 (nove e meio) AO(A) ALUNO(A), QUE FOI DIVULGADA PELO(A) ORIENTADOR(A).

LAGOA SECA, 07 de Agosto de 2012.

ORIENTADOR(A) [assinatura]  
EXAMINADOR(A) [assinatura]  
EXAMINADOR(A) [assinatura]  
ALUNO(A) Erinaldo Almeida Souto MATRÍCULA 081360215

[assinatura]  
COORDENADOR(A) DO TCC

## **DEDICATÓRIA**

A minha família pelo Amor e apoio.

Maria do Carmo Lira exemplo de resistência e persistência, de coração amoroso e bondoso,  
simplesmente MÃE.

José Grigório de Almeida Souto, por ter sempre mostrado o caminho da honestidade. Boas  
lembranças e muitas saudades.

Aos queridos irmãos, Evandro, Evaldo, Erica, Eveline e Eduardo pelo incentivo. Ao Evanildo  
pelas lembranças, incentivos e muitas SAUDADES.

As queridas Geny, Nenzinha e Benvinda, por ter sido sempre uma fortaleza, pelo carinho de  
filho/sobrinho/irmão.

A Comunidade de Sant`Ana por servir de sustentação nos bons e maus momentos e me  
energizar sempre.

A vocês, todo meu Amor e Gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus, criador do Universo, Pai Onipotente. Obrigado por me conduzir de forma correta nos caminhos desta vida, sempre mostrando a melhor forma de atravessar os obstáculos com perseverança.

A minha Mãe, Maria do Carmo Lira pelo Amor e incentivo. As mães Geny e Nenzinha pela acolhida, dedicação, carinho e crédito.

Ao amigo Paulino Ribeiro, pelo apoio, paciência e incentivo.

Ao professor Dr. Francisco José Loureiro Marinho, pela Orientação, apoio e incentivo ao meu crescimento profissional. Pela Amizade. Obrigado.

A Querida professora Shirleyde dos Santos pela acolhida, ensinamentos, amizade e bons momentos de alegrias.

Ao professor Mário Sérgio pelo apoio, incentivo e amizade.

A Universidade Estadual da Paraíba, PIBIC/UEPB/CNPQ/PROPESQ, pela abertura, apoio e incentivo.

Aos Mestres pelos ensinamentos, incentivos e companheirismos: Márcia Azevedo, Leandro Oliveira, Suenildo Jósemo, Socorro Duarte, Leoberto de Alcântara, Joaquim Efigênio, Emilia Maria, Antônio Araújo, José Pires, Josilda de França, Alexandre Leão, Getúlio Pamplona, Pedro Oliveira, José Everardo, Ivan Coelho, Délcio Felismino, Cláudio Soares, Alde Cleber, Ozéas Jordão.

Aos funcionários pelo grande apoio: Lourdinha, Cosme, Junior, Ednalvo, Alexis, Mércia, Dida, Nunes, Yuri, Antônio, Josely, Zaylton, Alessandro, Ranyere, Dona Rejane.

Ao Jorge Mendonça pela cooperação e apoio.

Aos companheiros de luta, apoio e amizade Elizabete, Giliane, Gilmara e Marcelo.

A Thyago, Leygson, Andreia, Meyre, Vanuze, Leogário, Allan, Filipe Travassos, Rhayssa, Luciana, Filipe Fernandes, Renato, Luciene, Julyanner, Saulo, Tayama, José Rodrigues, Jean e Junior Moura, por fazerem parte desta família Pioneira em Agroecologia da Paraíba e Nordeste.

Ao Campus II, Lagoa Seca. Obrigado!

# **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PISOS UTILIZADOS EM DESTILADOR SOLAR SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL PARA AGRICULTORES DE BASE FAMILIAR DO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

SOUTO, Erinaldo Almeida; MARINHO, Francisco José Loureiro; ROCHA, Elizabete Nunes da; OLIVEIRA, Jorge Mendonça

## **RESUMO**

Em alguns locais do Nordeste a carência extrema de água de boa qualidade força às populações a consumir águas com elevados níveis de contaminações biológicas e químicas (sais), prejudicando a saúde pública. O uso de energia solar pode ser utilizado no processo de dessalinização e desinfecção da água. O presente trabalho teve por objetivo estudar a influência de diferentes pisos (concreto, alumínio e Inox) de um modelo de destilador solar para fornecer água potável aos agricultores do semiárido nordestino. Foram monitorados os volumes de água destilada, a temperatura da água no interior do evaporador/condensador e os dados meteorológicos da região onde foi instalado o experimento. Os pisos de metais (inox e alumínio) provocam maior elevação da temperatura da água no interior do evaporador/condensador que o piso de concreto tendo como consequência a maior produção de água destilada. Embora os pisos de metais produzam mais água destilada, os volumes obtidos em qualquer dos pisos testados foram satisfatórios, pois são suficientes para a dessedentação de uma família.

**PALAVRAS-CHAVE:** Salinidade; saúde; qualidade de água.

---

**INFLUENCE OF DIFFERENT FLOORS OF SOLAR STILL USED IN  
THE PRODUCTION OF DRINKING WATER FOR FAMILY FARMERS  
OF BASE OF NORTHEASTERN SEMIARID**

SOUTO, Erinaldo Almeida; MARINHO, Francisco José Loureiro; ROCHA, Elizabete Nunes  
da; OLIVEIRA, Jorge Mendonça

**ABSTRACT**

In some places northeast the extreme water lack of good quality force to the populations to consume waters with high levels of biological and chemical contaminations (you leave), harming the public health. The use of solar energy can be used in the process of salt elimination and disinfection of the water. The present work had for objective to study the influence of different base (concrete and metal) of a model of solar distiller to supply drinking waters to the agriculturists of the semi barren northeastern. The volumes of distilled water, the temperature of the water in the interior of the condensing evaporator /and the meteorological data of the region had been monitored where the experiment was installed. The base of metals provoke greater rise of the temperature of the water in the interior of the condensing evaporator/of what of the concrete floor having as consequence the biggest distilled water production. Although the base of metals produce more water distilled, the volumes gotten in any of the tested base had been satisfactory, therefore they are enough for to supply water to drink of a family.

**KEYWORDS:** Salinity, health, quality of water

---

## 1. INTRODUÇÃO

A zona rural do Nordeste brasileiro caracteriza-se por apresentar limitada e irregular disponibilidade de recursos hídricos, além de elevados níveis de salinidade em grande parte dos solos e das águas. Em algumas regiões a carência extrema de água de boa qualidade força as populações a consumir águas com elevados níveis de contaminações biológicas e químicas (sais), com conseqüentes danos à saúde pública (BLANCO, J. *et al.*, 1999).

Segundo Funasa (2004), a água potável é aquela destinada ao consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. A falta de acesso à água potável constitui um risco elevado de transmissão de enfermidades, como diarreias diversas, entre elas a cólera, as salmoneloses e as shigeloses, além de febre tifoide, hepatite A e poliomielite. A Organização Mundial de Saúde - OMS estima que 25 milhões de pessoas morram todos os anos devido a doenças transmitidas pela água, sendo mais atingidas as crianças menores de cinco anos.

Uma das soluções encontradas por diferentes segmentos da sociedade para a escassez quantitativa de água de boa qualidade é a perfuração de poços artesianos. Entretanto, além da possibilidade de contaminação desses mananciais subterrâneos por microrganismos patogênicos (BLANCO, J. *et al.*, 1999), ainda existe outro fator limitante em regiões áridas e semiáridas que é a salinidade elevada; causada pela concentração de íons, os quais contribuem com as concentrações de sólidos dissolvidos totais (SDT) e com a alta condutividade elétrica nessas águas. Entre os principais íons que causam a salinidade das águas superficiais e subterrâneas, destacam-se os cátions cálcio, magnésio, sódio, potássio e os ânions bicarbonato, carbonato, cloreto e sulfato. Dentre eles, para consumo humano, a concentração de sais deverá ter como Valores Máximos Permissíveis para sulfato, cloreto e sódio de 250 mg/L, sólidos totais dissolvidos menores ou iguais a 1000 mg/L e salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰ (BRASIL, 2005).

Leprum (1963) evidenciou a predominância da relação cloretos>bicarbonatos>sulfatos em águas superficiais do nordeste e, através de estudos recentes na bacia sedimentar do Rio do Peixe, na Paraíba, observou-se em 112 poços a composição iônica  $>HCO_3^- >Cl^- >SO_4^{2-} >CO_3^{2-}$ ;  $>Na^+ >Ca^{+2} >Mg^{+2} >K^+$ , predominando águas bicarbonatadas e sódicas (CEBALLOS *et al.*, 2006).

O Governo Federal, através do Programa Água Doce, tem priorizado a instalação, manutenção e recuperação de dessalinizadores baseados na osmose reversa ou tecnologias semelhantes, com vistas a fornecer água de boa qualidade. Esses equipamentos proporcionam substancial melhoria na qualidade da água, porém causam sérios problemas ambientais,

devido ao elevado volume de água salina de descarte ou rejeito, advinda do processo de dessalinização (cerca de 50% da vazão da água retirada dos mananciais e com salinidade ainda maior, pela concentração dos sais durante o processo de filtração). Além disso, os custos de implantação e principalmente de manutenção desses equipamentos são elevados. Por isso, as prefeituras de municípios de pequeno e médio porte nem sempre dispõem de orçamentos suficientes para contemplar essas despesas e muitos dos equipamentos encontram-se desativados, evidenciando as dificuldades de sustentabilidade dessa tecnologia no semiárido nordestino.

Procurar viabilizar o uso de águas salobras para consumo humano através de métodos alternativos de diminuição dos sais e que adicionalmente proporcionem a eliminação de microrganismos patogênicos, que não causem impacto ambiental e sejam economicamente viáveis para pequenos agricultores tem sido uma preocupação de técnicos e pesquisadores.

A dessalinização por destilação solar proporciona água segura para o consumo humano, é de fácil aplicação, fácil transferência aos usuários de comunidades dispersas de agricultores e outros setores sócio ocupacionais sem água potável. Caracteriza-se pelos baixos custos de implantação e de manutenção e com mínimo ou nenhum impacto ambiental, por não produzir rejeitos salinos nem consumir energia elétrica ou de combustíveis não renováveis; ainda estimula a reciclagem de diversos materiais de difícil biodegradação no ambiente e é socialmente sustentável nas condições do semiárido.

A dessalinização solar é aplicada em diversos países, com boa aceitação familiar, para produção de água potável, tendo como estímulo o aumento do custo da energia elétrica e com o componente adicional de ser uma tecnologia limpa e sustentável (AKASH et al., 1998; ELKADER, 1998; BOUKAR e HARMIN, 2001).

Segundo Duffie (1991), o destilador solar convencional funciona quando a radiação solar, que passa através da cobertura transparente, aquece a água e o tanque numa temperatura superior à da cobertura. O gradiente da temperatura é o que associado à pressão do vapor dentro do destilador provocam a condensação do vapor de água sobre a superfície da parte interior da cobertura transparente. A película delgada do condensador escorre até as canaletas, direcionando-se em seguida até o depósito da água destilada (Figura I).

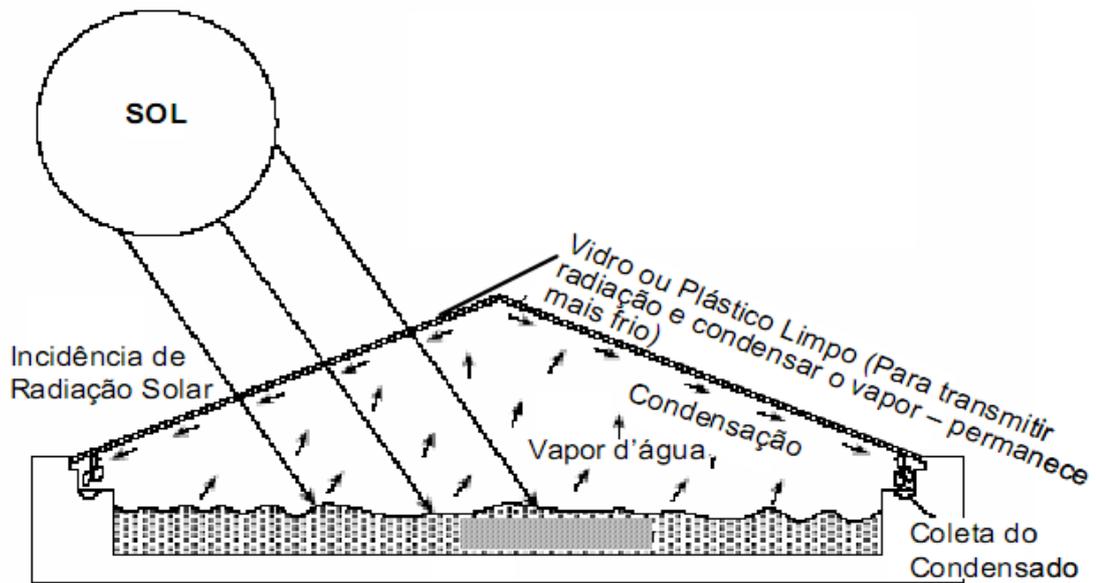


Figura I. Esquema de funcionamento do destilador solar (humidificação) Fonte: Buros *et al.*(1980).

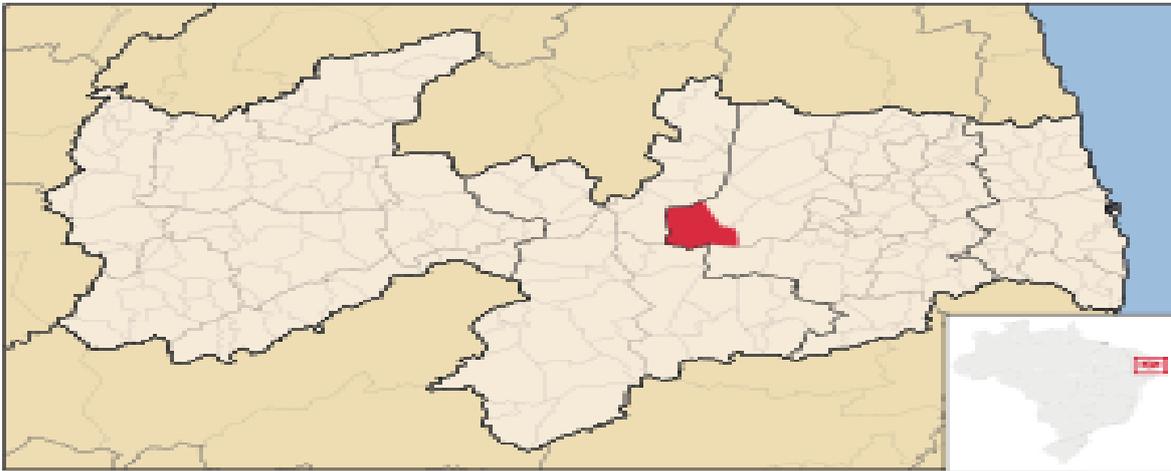
A destilação solar por ser realizada num pequeno espaço físico, na própria residência do consumidor final, sob os cuidados da família interessada, minimiza os riscos de contaminação posterior no manejo da água já pronta para consumo. Esse aspecto é muito importante em termos sociais e de saúde pública. Além disso, é uma tecnologia simples, sem gasto de energia elétrica, ou seja, ideal para os habitantes rurais dispersos no semiárido nordestino, com dificuldades de acesso aos centros urbanos do município.

Neste sentido tendo-se como objetivo melhorar a eficiência do modelo de destilador solar testado por Rocha *et. al.* (2011) foi avaliado, neste trabalho, a influência de diferentes pisos nos destiladores solares sobre produção de água potável a partir de águas salobras.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Local da pesquisa de campo

O experimento foi instalado no sítio Lagoa da Serra na zona rural de Soledade/PB, município situado na microrregião do Curimataú Ocidental, a 521 m de altitude, apresenta às coordenadas geográficas 7° 03' 30" de latitude Sul e 36° 21' 47". A média da temperatura máxima anual é de 35°C e a mínima é de 22°C, com pequenas variações. A precipitação pluviométrica apresenta amplitude de 104 a 705 mm.ano<sup>-1</sup>, e a média geral é em torno de 390 mm.ano<sup>-1</sup> e evapotranspiração de 1700 mm. Com 13.128 habitantes e densidade demográfica de 23,4 habitantes/km<sup>-2</sup>, possui um IDH de 0,639 (PNUD, 2000).



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Soledade/PB>.

Figura II. Localização da área dos experimentos.

### 2.2 Modelo do destilador proposto

O esquema do destilador solar aqui proposto consiste de uma caixa de alvenaria ou PVC (pintada em preto fosco) para abastecimento do sistema, de 500 litros elevada a 150 cm do chão para evitar respingos e sujeiras vindas do solo, esta caixa é interligada por tubo de PVC (24,5mm) a um coletor solar que conduzirá a água pré-aquecida a uma pequena caixa de alvenaria que conduz e regula a entrada da água através de uma boia para o interior do evaporador/condensador conforme pode ser visualizado na Figura III.

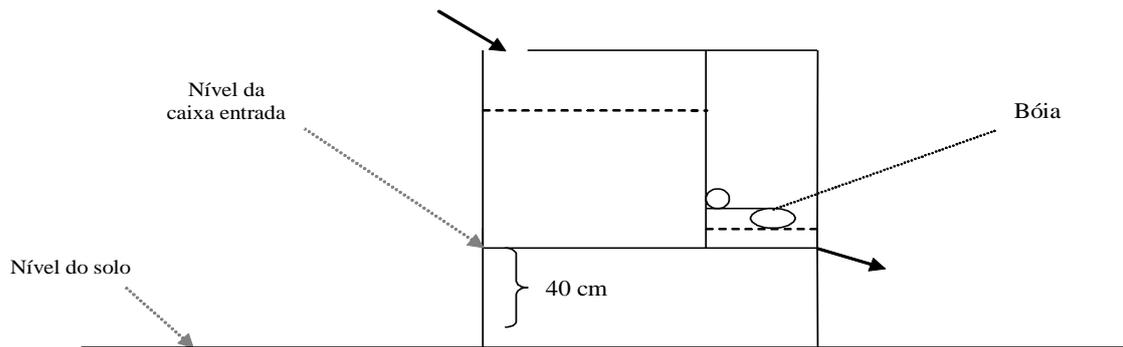


Figura III: Esquematização da caixa de entrada de água no sistema de destilador solar

Essa caixa de entrada é ligada a uma tubulação de 20 canos de PVC (24,5mm de diâmetro e 6 metros de comprimento) revestida com garrafas PET e caixas Tetra Pak, todas pintadas em preto e interligadas em disposição paralela, em total de 600 unidades que servirá como coletor da energia solar para o aquecimento da água bruta (coletor solar) conforme se pode visualizar na Figura IV.



A) Tubos de PVC pintados em preto.



B) Garrafas PET e caixas Tetra Pak.



C) Disposição do sistema de tubos.

Figura IV: Montagem da tubulação

O coletor solar é interligado à caixa construída em alvenaria (com revestimento de pedra) com  $4\text{m}^2$  de área, (elevada 40 cm do chão para evitar contaminações biológicas) também pintada em preto fosco e isolada termicamente (mantas de isopor), onde ocorrerá o processo de destilação da água (Figura V). A água, após condensação é conduzida através de canaletas (disposta nas laterais dos vidros) até um recipiente de plástico que receberá água destilada (ver Anexo A, figura 6: A-B).

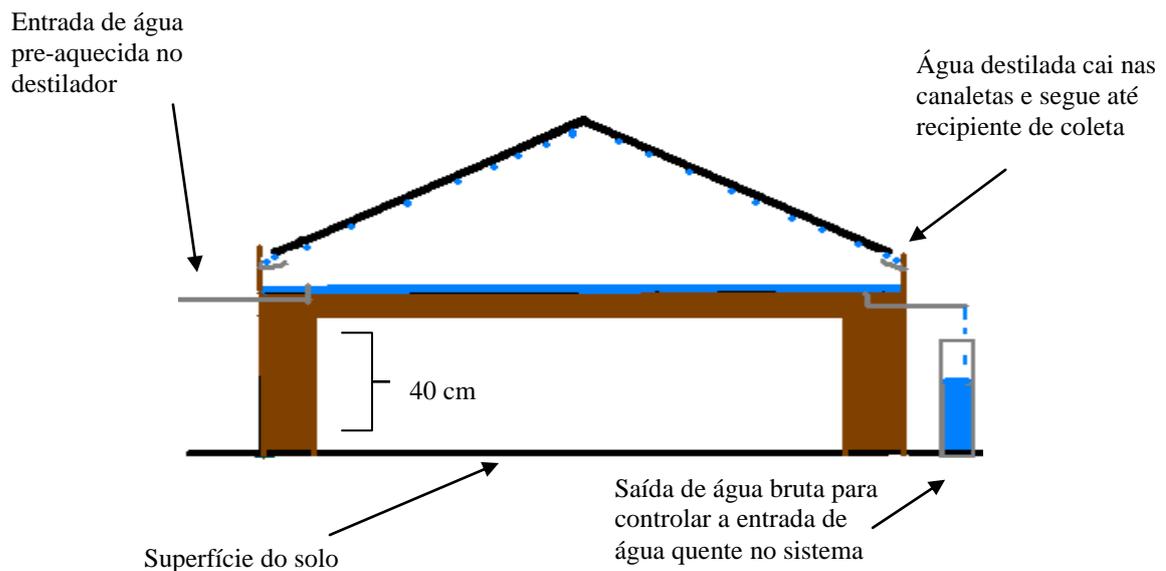


Figura V. Caixa de alvenaria para evaporação/condensação da água após o aquecimento no coletor solar.

Após o processo de destilação, na água obtida (água destilada) são adicionados volumes adequados de águas provenientes das fontes naturais desinfetadas por exposição à radiação da luz solar (SODIS, 2005) para proceder à reconstituição salina em nível adequado para consumo humano, que segundo ANVISA, para a categoria “água adicionada de sais” é no mínimo, de  $30\text{ mg.L}^{-1}$  de sais totais, dentro daqueles sais permitidos por essa legislação (ANVISA, 2005).

O modelo de destilador solar (coletor solar + evaporador/condensador) proposto neste trabalho diferencia-se dos demais, no que tange aos materiais utilizados na sua construção e no seu rendimento térmico. Com intuito de baixar custos, foram utilizados nas colunas de absorção térmica (coletor solar), tubos e conexões de PVC, menos eficiente do que os tubos de cobre ou alumínio aplicados nos coletores convencionais. As garrafas PET e as caixas Tetra PAK substituem a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais. O calor absorvido pelas caixas Tetra PAK, pintadas em preto fosco,

é retido no interior das garrafas e transferido para as águas através das colunas de PVC, também pintadas em preto.

### **2.3 Preparação das águas para beber – Reconstituição salina**

Foi avaliada a salinidade (condutividade elétrica) e o pH das águas naturais para se definir os volumes adequados a serem adicionados no processo de reconstituição salina (não inferior a 30 mg.L<sup>-1</sup> de sais).

As águas naturais utilizadas no processo de reconstituição salina foram tratadas pelo processo de “Desinfecção Solar de Água (SODIS)” que é um método simples para melhorar a qualidade da água a ser consumida pela população. Esse processo destrói os microorganismos patogênicos e indicadores de contaminação fecal (coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*) na água submetida à radiação solar, ocorrendo um efeito sinérgico da ação dos raios ultravioleta (UV-A) e a temperatura, que se eleva até valores bactericidas. A UV-A afeta a duplicação da hélice do DNA, por efeito fotoquímico, formando dímeros de timina e, em menor grau, de citosina e adenina. O aumento de temperatura da água é causado pela radiação infravermelha, de onda larga, superior a 700 nm. Os microorganismos são sensíveis ao calor quando este atinge uma faixa superior à temperatura máxima de crescimento microbiano que, no caso dos enteropatogênicos humanos e dos coliformes, é em geral levemente superior a aproximadamente 45°C. Assim, a técnica permite uma exposição a 50 – 60°C e até de 70°C, dependendo da temperatura ambiente, da radiação solar global e do uso de concentradores solares. Segundo dados experimentais, a exposição à luz solar que atinge temperaturas de 50°C durante uma hora inativa e mata os microorganismos enteropatogênicos (SODIS, 2005). A metodologia é simples e trata com excelente eficiência volumes de até 3L de água contidos em garrafas PET transparentes. A seguir, apresenta-se, de forma resumida, a metodologia que será aplicada nesta pesquisa para desinfetar as águas brutas a serem usadas na reconstituição salina da água destilada pelo sistema de destilação/dessalinização por luz solar. Conforme Anexo C:

- Lavar bem a garrafa de plástico PET transparente (polietileno de terftalato - PET), antes de uso;
- Colocar a água bruta (provinda das fontes originais que alimenta o sistema de destilação solar) na garrafa, sem enchê-la completamente;

- Fechar a garrafa e agitar bem durante uns 20 segundos, para oxigenar a água;
- Terminar de encher a garrafa, tampar e colocar ao sol por 5 a 6 horas;
- Se o céu estiver nublado (aproximadamente 50% encoberto por nuvens), as garrafas devem ficar expostas ao sol durante dois dias;
- Na época de chuvas contínuas, a desinfecção solar não funciona satisfatoriamente; e, nesse caso, será usado hipoclorito de sódio (cloração) para a desinfecção.

Para o êxito da metodologia, a água a ser submetida à desinfecção por radiação solar, não deve apresentar turbidez superior a 30 UNT. As águas turvas devem ser filtradas (usando-se pano limpo) ou deixadas para decantar. A garrafa PET deve ter um máximo de 10 cm de diâmetro e o volume máximo deve ser de três litros, sendo apropriados os recipientes de refrigerantes comerciais e, ao expor ao sol, devem ficar deitados (posição horizontal) para que a lâmina de água fique de menor espessura e a penetração da radiação solar seja mais eficiente. As garrafas deverão ser trocadas por novas quando ficarem foscas ou amassadas, porque se reduz a transmissão da radiação UV para o interior do líquido e, portanto, é menor a eficiência de destruição dos microrganismos. A metodologia é ideal para regiões de semiárido, entre as latitudes entre 15° a 35°N e 15° a 35°S, pela alta incidência de luz solar e as poucas nuvens.

#### **2.4 Diferentes pisos no destilador solar**

Foram avaliados a influência do material utilizado no piso do interior da caixa de evaporação/condensação sobre a produção de água destilada/dessalinizada em três unidades de destilador solar.

No tratamento um (T<sub>1</sub>) o piso foi construído com revestimento em cimento, no tratamento dois (T<sub>2</sub>) um piso com revestimento em alumínio e no tratamento três (T<sub>3</sub>) o piso teve revestimento em inox.

O delineamento estatístico adotado para se avaliar as produções de água destilada nos diferentes pisos foi em blocos ao acaso, com oito repetições. As análises estatísticas foram realizadas aplicando-se a análise de variância simples e o teste “T” (GOMES, 1978), utilizou-se o programa ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) para obtenção desses dados.

Os dados de Radiação Solar Acumulada e Temperaturas máximas e mínimas às 15:00 horas foram obtidos na AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) e utilizados como parâmetros para interpretação dos resultados no interior dos destiladores solares, conforme Quadro I.

<b>15 horas</b>			
<b>Rad/Sol/Acum</b>		<b>Temperatura</b>	
		<b>Máx.</b>	<b>Mín.</b>
04/05/2012	9,6	-	-
05/05/2012	8,0	31,5	20,5
06/05/2012	8,5	31	20,5
07/05/2012	4,2	31,5	19,5
08/05/2012	9,4	30,5	20,5
09/05/2012	9,6	32,5	18
10/05/2012	9,3	33,5	20,5
11/05/2012	8,8	33	20,5
12/05/2012	9,2	32	20,5

Quadro I: Radiação Solar Acumulada em função da Temperatura da PCD Picuí. Fonte: AESA 2012.

Em outra etapa do projeto as águas brutas e as produzidas (destiladas e reconstituídas) serão analisadas qualitativamente para parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, utilizando-se técnicas padronizadas (APHA, 1998).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura VI observa-se um comparativo das temperaturas internas da água no interior do evaporador/condensador nos diferentes tratamentos. Pode-se verificar que as temperaturas médias utilizados nos pisos de alumínio ( $T_2$ ) e principalmente de Inox ( $T_3$ ) foram maiores do que no piso de concreto ( $T_1$ ) mostrando total influência na produção de água, como mostra o Anexo B.

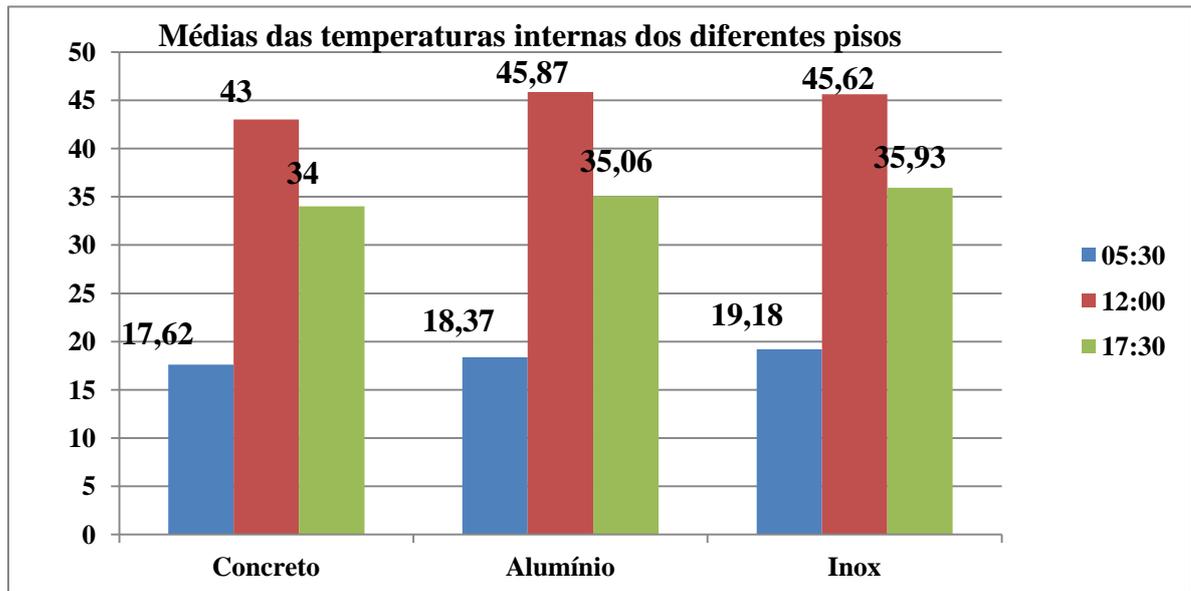


Figura VI: Médias das temperaturas internas da água onde foram utilizados pisos concreto ( $T_1$ ), alumínio ( $T_2$ ) e inox ( $T_3$ ).

No Quadro II observam-se os valores de pH e Condutividade Elétrica da água do poço de abastecimento, e após processo de destilação nos tratamentos:  $T_1$  - piso concreto;  $T_2$  - piso alumínio;  $T_3$  - piso inox. Verifica-se redução nos valores de pH após processo de destilação nos três tratamentos, é importante citar que os valores de pH após processo de destilação estão na faixa aceitável para consumo que é de 6,5 a 8,5 de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA nº 357 de 2005, fato não verificado na água obtida diretamente do poço. Em relação à condutividade elétrica (CE) observa-se que os valores encontrados na água do poço estão acima do ideal para consumo humano que é de  $1500 \mu \text{cm}^{-1}$ , em relação às águas destiladas, como se esperava, os valores observados nos tratamentos dois e três estão abaixo do recomendado pela (ANVISA, 2005) que é de  $47 \mu \text{cm}^{-1}$  necessitando reconstituição com sais.

Tratamentos	pH	Condutividade ( $\mu \text{ cm}^{-1}$ )
Original do poço	9,04	2800
T <sub>1</sub>	8,56	80
T <sub>2</sub>	8,72	10
T <sub>3</sub>	7,33	20

Quadro II: pH e Condutividade elétrica das águas do poço de abastecimento e águas destilada em: T<sub>1</sub> - piso concreto; T<sub>2</sub> - piso alumínio; T<sub>3</sub> - piso inox.

Verifica-se através dos estudos de variância apresentados na Tabela 1 que houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos. Os volumes de água destilada produzidos no tratamento T<sub>3</sub> foi estatisticamente superior ao T<sub>2</sub>, este por sua vez foi superior ao T<sub>1</sub>.

Tabela 1: Resumos de análise de variância para produções de água destilada ( $\text{L } 9\text{m}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ) para eficiência dos diferentes tratamentos de água do coletor solar para o tanque de evaporação.

	S.Q.	Q.M.	F
GL			
Blocos	7	47.12000	6.73143
Tratamento	2	35.56583	17.78292
Resíduo	14	6.00750	0.42911
CV (%)	6.11		
		Médias de tratamentos	( $\text{L dia}^{-1}$ )
Médias			
T <sub>1</sub>		9.100c	
T <sub>2</sub>		11.012b	
T <sub>3</sub>		12.037a	

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Na Figura VII é possível visualizar a diferença entre os tratamentos T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>1</sub>. O tratamento 3 produziu 9,32% a mais do que o tratamento 2 e 32,3% maior que o tratamento 1.

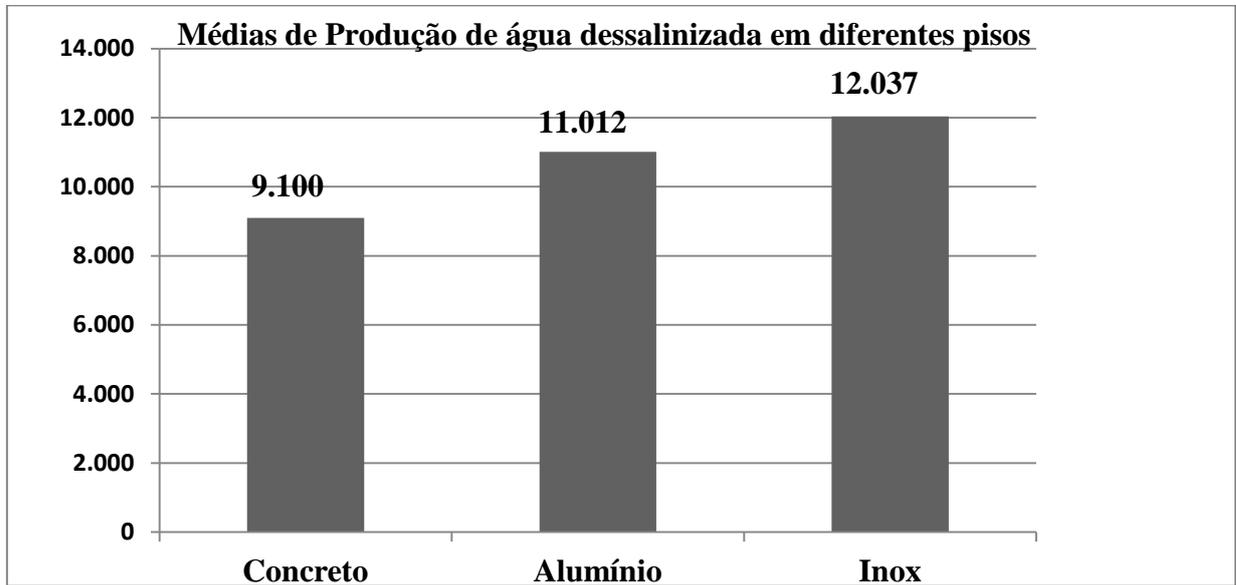


Figura VII: Médias das quantidades de águas destiladas nos períodos de coletas.

Pode-se afirmar que mesmo havendo uma diminuição na quantidade produzida de água destilada no tratamento T<sub>1</sub> em relação aos demais, este também pode ser utilizado pelo agricultor como afirma da Rocha et. al. (2011), que em experimento feito com um destilador em alvenaria concluiu que a quantidade de água destilada produzida é suficiente para consumo de uma família.

Contrastando a Figura VI com a Figura VII é possível verificar a influência da temperatura no interior do evaporador/condensador nos diferentes modelos testado sobre a produção de água potável. Verifica-se que à medida que a temperatura aumenta a quantidade de água destilada também aumenta.

## 5. CONCLUSÕES

- 1- Os pisos de metais (inox e alumínio) elevam a temperatura da água no interior do evaporador/condensador tendo como consequência a maior produção de água destilada do que o piso de concreto;
- 2- Comprova-se a maior eficiência do piso com revestimento em inox na produção de água destilada, podendo ser adotado pelo agricultor.
- 3- Independente do tratamento utilizado os volumes de água destilada produzida no sistema são suficientes para atender às necessidades de água destinada ao consumo direto de uma família na zona rural.
- 4- Com o uso de destiladores com maior área será possível suprir também outras demandas hídricas das famílias de agricultores de base familiar do interior nordestino.

## 6. REFERÊNCIAS

APHA. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 17th Edition. Washington, U.S.A, 1989.

AKASH, B.A.; MOHSEN, M.S.; OSTA, O. et al. Experimental evaluation of a single-basin solar still using different absorbing materials. **Renewable energy**, v.14, n°1-4. Jodan, 1998. p.307-310.

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?id=15879>. Acesso em: 13 abr. 2008.

BLANCO, J. *et al.* Compound parabolic concentrator technology development to commercial solar detoxification applications. **Solar Energy**. v. 67, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf). Acesso em: 16 maio 2006.

BOUKAR, M.; HARMIM, A. 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.

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

CEBALLOS, B.S.O.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; MARACAJÁ, J. R. A. et al. Distribuição da qualidade da água subterrânea da Bacia sedimentar do Rio do Peixe/PB. **Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Gravata/PE, 2006. pp 1-20 (CD).

ELKADER, M. A. An investigation of the parameters involved in simple solar still with inclined yute. **Renewable energy**, v.14, n°1-4. Port Said, Egypt, 1998. p.333-338.

DUFFIE, J. A., BECKMAN ,W A. **Solar engineering of thermal processes**. New York: J. Wiley, 1991. 908p.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 3 ed. Brasília, 2004.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1978. 430 p.

LEPRUM, P. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. Recife/SUDEMA. **Relatório Final de Convênio**. 1963. 141 p.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2000**. Disponível em: <http://www.undp.org.br/HDR/HADR2000/dh20000/default.asp>. Acesso em: 13 mar. 2008.

ROCHA et. al. Destilador solar destinado a fornecer água potável às famílias de agricultores de base familiar. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 6. n° 2. Dez. 2011.

SODIS – SOLAR WATER DISINFECTION. Homepage. Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso em 12 de dezembro de 2005.

- **CONSTRUÇÃO DOS DESTILADORES**



Figura 5: A – B. Vista panorâmica do Destilador Solar em fase de construção no sítio Lagoa da Serra, Soledade /PB.



Figura 6: A – B. Sistema de Coleta de água dessalinizada no sítio Lagoa da Serra, Soledade/PB.



Figura 7: A – B. Visita da comissão água (COLETIVO) e agricultores ao sítio Lagoa da Serra, Soledade/PB.

**ANEXO B****• DADOS DE COLETA DAS LEITURAS**

05/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts.	Temp. °C	Quant. Lts.	
Concreto	18	2.500	39	8.000	10.500
Alumínio	19	3.500	41	10.000	13.500
Inox	19	4.500	42	9.500	14.000

06/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	17	2.300	31	7.600	9.900
Alumínio	17	3.800	32	9.800	13.600
Inox	18	4.200	32	10.000	14.200

07/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	20	2.500	40	5.500	8.000
Alumínio	19	3.000	41	6.000	9.000
Inox	21	4.000	41	7.600	11.700

08/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	17	2.800	38	6.500	9.300
Alumínio	18	3.200	39	7.200	10.400
Inox	18	4.300	38	6.200	10.500

09/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	17	3.000	31	7.000	10.000
Alumínio	16	3.500	30	8.500	12.000
Inox	16	3.700	33	9.200	12.900

10/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	17	5.800	30	4.200	10.000
Alumínio	19	6.200	31,5	4.900	11.100
Inox	19	6.800	33	5.200	12.000

11/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	16	3.200	30	5.100	8.300
Alumínio	18	4.100	32	5.500	9.600
Inox	19,5	4.800	34	6.200	11.000

12/05/2012	5:30 hrs		17:30 hrs		Total Lts.
Destilador	Temp. °C	Quant. Lts	Temp. °C	Quant. Lts	
Concreto	19	2.500	33	4.300	6.800
Alumínio	21	4.000	34	4.900	8.900
Inox	21	4.200	34,5	5.800	10.000

- **CARTAZ A SER USADO NAS OFICINAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SAÚDE NAS COMUNIDADES QUE RECEBERÃO OS DESTILADORES SOLARES**

➤ Aplicação de *Sodis* – desinfecção de águas por Luz Solar

**1** Lave bem as garrafas antes de usá-las pela primeira vez.



**2**

Coloque a água nas garrafas sem enche-las completamente.



**3** Feche as garrafas e agite-as bem.



**4**

Agora, termine de encher as garrafas.



5

Coloque-as ao sol  
sobre uma placa  
escura...



6

...ou num telhado



7



Deixe as garrafas ao sol  
durante 6 horas.

8

Deixe a água esfriar.  
Depois, é só bebe-la.

