



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA
E AMBIENTAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

TAYAMA RODRIGUES UCHÔA

**PESQUISA AÇÃO PARTICIPATIVA EM SISTEMA DE
DESSALINIZADOR SOLAR ASSOCIADO A COLETOR DE ÁGUAS
PLUVIAIS PARA FORNECER ÁGUA POTÁVEL**

LAGOA SECA/PB

MARÇO - 2016

TAYAMA RODRIGUES UCHÔA

**PESQUISA AÇÃO PARTICIPATIVA EM SISTEMA DE
DESSALINIZADOR SOLAR ASSOCIADO A COLETOR DE ÁGUAS
PLUVIAIS PARA FORNECER ÁGUA POTÁVEL**

**Monografia apresentada ao Curso de
Especialização em Agroecologia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito para obtenção do Título de
Especialista em Agroecologia.**

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho

LAGOA SECA/PB

MARÇO - 2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

U17p Uchôa, Tayama Rodrigues
Pesquisa ação participativa em sistema de dessalinização solar associado a coletor de águas pluviais para fornecer água potável [manuscrito] / Tayama Rodrigues Uchôa. - 2015.
60 p. : il. color.

Digitado.
Monografia (Especialização em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2015.
"Orientação: Prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho, Departamento de Agroecologia e Agropecuária".

1. Pesquisa participativa. 2. Segurança hídrica. 3. Semiárido
I. Título.

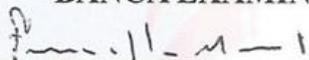
21. ed. CDD 333.91

**PESQUISA AÇÃO PARTICIPATIVA EM SISTEMA DE
DESSALINIZADOR SOLAR PARA FORNECER ÁGUA POTÁVEL**

Aprovado em 22/05/2016

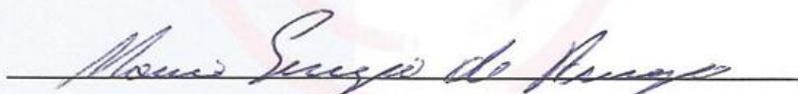
**Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito para obtenção do Grau de Especialista em
Agroecologia**

BANCA EXAMINADORA



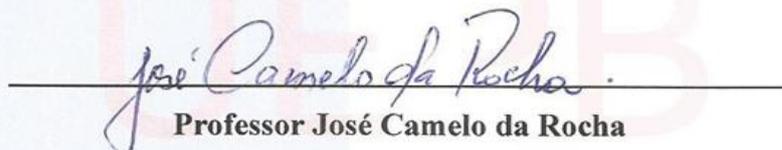
Prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho

Orientador



Prof. Dr. Mário Sérgio de Araújo

1º Examinador



Professor José Camelo da Rocha

2ª Examinador

AGRADECIMENTOS

**“GRATIDÃO PAI CELESTIAL POR SER SUA FERRAMENTA E POR MEUS
IRMÃOS ESPIRITUAIS!!!”**

Agradeço a Suprema Personalidade de Deus pela proteção que recebo diariamente;

**Ao Prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho por ter me introduzido e orientado
na Iniciação Científica;**

A todos os professores da UEPB que fizeram parte da minha vida acadêmica;

**A todos os colegas de classe, que sempre mantiveram espírito saudável de amizade e
parceria;**

Aos meus irmãos e mãe por sempre me estimularem a superar as dificuldades;

A meu esposo Francisco, por ter paciência e tolerar o pêndulo que carrego comigo;

A meu filho, Ícaro Uchôa de Freitas, que me faz acreditar que vale a pena;

**As pessoas que, de alguma maneira, fazem parte da minha vida e colaboraram para
que esse projeto se concretizasse.**

RESUMO

Uchôa, Tayama. **Pesquisa Ação Participativa, no sistema de dessalinizadores solar associado a coletor de águas pluviais para fornecer água potável.** Campina Grande, 2016. 44p. Monografia. Curso de Especialização em Agroecologia. CCAA/UEPB/DAA

Com objetivo de melhorar as condições de segurança hídrica de camponeses da região semiárida foi realizada uma pesquisa participativa para aprimorar um modelo de dessalinizador solar, fazendo adaptações técnicas que possibilitem redução nos custos de construção, maior durabilidade dos equipamentos e aproveitamento do sistema para coletar água das chuvas. Procurou-se nesse contexto construir conhecimento agroecológico através da integração entre ensino, pesquisa e extensão, sistematizando a experiência para difundir a tecnologia social. A pesquisa foi realizada envolvendo professores e estudantes do curso de especialização em agroecologia da UEPB, assentados da reforma agrária e técnicos da UTOPIA, ASPTA, COOPTERA, PATAC, Polo Sindical da Borborema e COONAP. No intuito de reduzir custos, o sistema de dessalinização solar associado ao coletor de águas pluviais, com 36 m² de área, foi construído em alvenaria, utilizando blocos pré-moldados de concreto, sobre um piso utilizado na coleta de água das chuvas da cisterna calçadão. Foram monitorados os índices de precipitação pluviométrica, os volumes de água dessalinizada produzida, os volumes de água de chuva captada, a temperatura da água no interior do dessalinizador e o número de coliformes fecais e totais encontrados nas águas produzidas. Observou-se que, após modificações, o modelo proposto neste trabalho: produz um volume significativo de água doce para os agricultores, cerca de 150 L dia⁻¹; tem baixo custo de implantação e manutenção, facilita o acesso à água devido à proximidade da residência dos agricultores; é uma tecnologia social facilmente apreendida; deve ser limpo (retirada de sais acumulado) com frequência e produz água que deve ser submetida a um processo de reconstituição salina e tratamento biológico (caso ocorra à mistura de água dessalinizada com a da chuva) para poder ser consumida diretamente pelo ser humano.

PALAVRAS-CHAVE: Dessalinização, Segurança Hídrica; Semiárido;

ABSTRACT

Uchôa, Tayama. Participatory action research in solar stills system associated with rainwater collector to provide drinking water. Campina Grande, 2016. 46p. monograph Specialization in Agroecology. CCAA/UEPB/DAA

In order to improve water security conditions of peasant of the semiarid region participatory research was performed to improve a solar desalinate model, becoming technical adaptations that enable reduction in construction costs, durability of equipment and use of the system for collecting rainwater. The survey was conducted involving teachers and students of the specialization course in agro-ecology of UEPB, agrarian reform settlers and technicians from UTOPIA, ASPTA, COOPTERA, PATAC, Polo Sindical da Borborema and COONAP. To reduce costs, solar desalination system associated with the collector of rainwater, with 36 m² area, was built in masonry, using precast concrete blocks on a floor used to collect rainwater promenade cistern. The precipitation rates were monitored, the desalinated water produced volumes, the volumes of rain water taken, the temperature of the water inside the desalter and the number of fecal and total coliforms found in produced waters. It was observed that after modifications, the model proposed here: produces a significant amount of fresh water for farmers, about 150L day⁻¹; It has low cost of deployment and maintenance, facilitates access to water because of the proximity of the residence of farmers; is an easily understood social technology; It must be cleaned (removal of accumulated salts) frequently and produces water which must be subjected to a process of biological treatment reconstitution and brine (event of the deionized water with the mixture of rain) in order to be directly consumed by humans.

KEYWORDS: Desalinator Solar, Water Security, Semiarid.

SUMÁRIO

Nº	Título	PG
01	INTRODUÇÃO.....	14
02	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	Água Potável.....	17
2.2	A problemática da água e as condições edafo-climáticas do semiárido brasileiro.....	18
2.3	Tecnologias utilizadas para dessalinização da água.....	20
2.4	O destilador solar.....	21
2.5	Investigação ação participativa/pesquisa-ação	23
03	METODOLOGIA.....	25
3.1	Localização da Pesquisa ação e características da área experimental.....	25
3.2	Dialogo de saberes entre os parceiros	27
3.3	Modelo do dessalinizador solar associado a coletor de águas pluviais.....	29
3.4	Índices de precipitação pluviométrica durante período experimental.....	31
3.5	3.5 Variáveis avaliadas.....	32
3.6	3.6 Tratamento das águas utilizadas no processo de reconstituição salina.....	33
04	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Resultados antes das reformas (Fase I).....	35
4.2	Resultados após as reformas (Fase II).....	36
05	CONCLUSÕES.....	41
06	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título	PG
01	Figura 01. Esquema de funcionamento do destilador solar (umidificação) -----	22
02	Figura 2: Mapa climatológico dos municípios do Estado da Paraíba.....	25
03	Figura 3: Vista aérea da propriedade onde ocorreu a pesquisa-ação.....	26
04	Figura 4: Retirada da lona Encerado para a limpeza dos sais acumulados após o processo de destilação das águas.....	29
05	Figura 5: Calçadão selecionado para construção de nove unidades de dessalinizador solar no Assentamento Corredor, município de Remígio, PB.....	29
06	Figura 6: Dessalinizadores em construção sobre o calçadão utilizando-se blocos pré-moldados.....	30
07	Figura 7: Dessalinizadores construídos sobre a cisterna calçadão.....	31
08	Figura 8: Índices de precipitação pluviométricos diários observados durante a primeira fase do período experimental.....	32
09	Figura 9: Índices de precipitação pluviométricos diários observados durante a segunda fase do período experimental.....	32
10	Figura 10: Água doce ($L\text{ dia}^{-1}$) produzida pelo sistema estudado (dessalinização solar + coletor de água pluvial) durante o período experimental (Fase I).....	35
11	Figura 11: Volume de água produzido pelo sistema, com e sem a influencia das chuvas (Fase I).....	36
12	Figura 12: Água doce ($L\text{ dia}^{-1}$) produzida pelo sistema estudado (dessalinização solar + coletor de água pluvial) durante o período experimental (Fase II).....	36
13	Figura 13: Volume de água médio produzido pelo sistema durante o período experimental, e volume produzido com e sem a influencia das precipitações (Fase II).....	37
14	Figura 14: Vazão de água destilada produzida por dia em função temperatura	

média no interior do destilador/condensador.....	38
15 Figura 15: Vazão de água dessalinizada produzida pelo sistema em função do horário.....	39

LISTAS DE TABELAS

Nº	Título	PG
01	TABELA 1: Características químicas das águas utilizadas no processo de dessalinização	26
02	Tabela 2: Resumos de análise de variância para evaporação da água levando-se em consideração a presença de sais em uma concentração de 333 g L^{-1} (T_1) na água ou ausência completa de sais T_2	38
03	TABELA 3: Análises biológicas das águas dessalinizadas e das águas pluviais produzidas pelo sistema proposto.....	40
04	TABELA 4: Padrão microbiológico da água para consumo humano	40

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil 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 potável força as populações a consumir águas com elevados níveis de contaminações biológicas e químicas (sais), com consequentes danos à saúde pública (JUNIOR *et al.*, 2003).

Uma das soluções encontradas por diferentes segmentos da sociedade para a escassez quantitativa de água é a perfuração de poços artesianos. Entretanto, além da possibilidade de contaminação desses mananciais subterrâneos por microorganismos patogênicos 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 (PALÁCIO, 2011).

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 se encontram 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 agricultores de base familiar 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 pelo mínimo ou nenhum impacto ambiental produzido (MARINHO, 2015)

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).

O uso de energia solar utilizada no processo de desinfecção da água é outra tecnologia inovadora, renovável e sustentável (SODIS, 2012).

Ambas as tecnologias são de cunho social por serem de fácil aplicação com benefícios à saúde familiar e à educação ambiental, sem custos elevados e de fácil acesso às populações carentes.

A destilação e a desinfecção solar, por serem realizadas num pequeno espaço físico, na própria residência do consumidor final, com os cuidados da família interessada, minimizam 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, são duas tecnologias simples, sem gasto de energia elétrica, para serem montadas e executadas na propriedade do agricultor, ou seja, adequadas para os habitantes rurais dispersos no semiárido nordestino, com dificuldades de acesso aos centros urbanos do município. (MARINHO, 2015)

Outro ponto importante é que as águas salinas, após processo de destilação, são reconstituídas com sais provenientes das 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.

É fundamental que o projeto cumpra a sua função social com êxito, sendo indicadores importantes a sua aceitabilidade e a sua sustentabilidade ao longo do tempo, no seio das comunidades rurais dos agricultores e suas famílias. A pesquisa foi realizada de forma participativa envolvendo os agricultores beneficiados pelo projeto. Em paralelo foram realizadas ações de sensibilização e de educação ambiental e para a saúde durante o período de implantação dos modelos, através de oficinas e seminários dialógicos nas comunidades rurais. As oficinas e os seminários e educação contextualizada em campo versão sobre a importância sanitária da qualidade da água, a valorização da nova tecnologia no contexto de qualidade/doença/sustentabilidade ambiental e a capacitação das famílias na montagem, operação e manejo do equipamento e da água produzida. Nas oficinas, os modelos dos dessalinizadores são utilizados como ferramentas práticas de

ensino, e, dessa forma, a transferência da tecnologia apropriação ocorre de forma gradual e natural.

Nesse contexto, este trabalho foi realizado com objetivo de aprimorar um modelo de dessalinizador solar desenvolvido inicialmente na UTOPIA (ONGs de pesquisa) e posteriormente testado na UEPB (Campus II) e no município de Soledade, PB.

Vale salientar que os estudos foram desenvolvidos no intuito de se fazer adaptações técnicas que possibilitem redução nos custos de construção, maior durabilidade dos equipamentos e maior produção de água dessalinizada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Água potável

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 morre 25 milhões de pessoas todos os anos devido a doenças transmitidas pela água, sendo mais atingidas as crianças menores de 5 cinco anos (WHO, 2001).

De acordo com Salati (2002), o fornecimento de água bacteriologicamente segura se traduz em benefícios para a saúde (diminuição das doenças infecciosas de veiculação hídrica), sociais (melhores condições de vida ao melhorar o estado de saúde), e econômicos (maior produtividade no trabalho ao diminuir a incidência de doenças).

Os sais presentes na água também podem causar sérios prejuízos à saúde humana. 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. Para consumo humano, a concentração de sais deverá ter como Valores Máximos Permissíveis para 250 de sulfato, cloreto e sódio e sólidos totais dissolvidos menores ou iguais a 1000 mg L^{-1} e salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰ (BRASIL, 2011).

O consumo de água potável no mundo aumenta a um ritmo superior ao do crescimento da população, restando como uma das saídas para satisfazer as necessidades hídricas, a produção de água potável retirando-a do mar ou das águas salobras dos açudes e poços (CRAVO e CARDOSO, 1996). Na região tropical semiárida do Nordeste do Brasil, com a crescente exploração dos aquíferos, a dessalinização das águas de poços vem sendo praticada em numerosos municípios sendo uma solução parcial para atender ao meio rural (BUROS, 1980).

2.2. A problemática da água e as condições edafo-climáticas do semiárido brasileiro

As regiões semiáridas brasileiras são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas, e pela presença de solos pobres em matéria orgânica (SILVA, 2007).

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” (AB’SÁBER, 2003).

Desde muito tempo, a escassez hídrica condicionada pelo clima semiárido brasileiro tem fomentado árduas realidades para as famílias locais que convivem com a falta de água, especialmente a de boa qualidade.

A região Nordeste do Brasil detém apenas 3% da água doce disponível no território brasileiro, e as variações climáticas que essa região enfrenta ao longo de cada ano são um dos parâmetros responsáveis pela falta de água para o consumo humano (LOPES, 2004).

Sabendo-se que o período de estiagem anual, e seu prolongamento temporal (as secas), são fenômenos climáticos naturais, e como tal, não deixarão de existir, cabe às famílias locais buscar novas práticas e técnicas pautadas num novo paradigma: convivência com o semiárido. Neste sentido, atualmente tem-se a busca de tecnologias para fomentar uma maior oferta de água para atender as necessidades hídricas locais.

De forma prática, no Semiárido brasileiro existem inúmeras ações e projetos voltados para o uso de tecnologias de gestão hídrica. Tal iniciativa se dá pela necessidade de se buscar, nas tecnologias, formas de convivência com as condições climáticas adversas do clima semiárido.

Em busca de soluções para escassez de água periódica no semiárido brasileiro, as águas subterrâneas têm sido mais exploradas pelo homem. Isso ocorre, principalmente, através da perfuração de poços. Todavia, grande parte das águas encontradas no subsolo é imprópria para o consumo humano em virtude dos altos índices de sais dissolvidos.

Vieira (1999), realizando estudos na região do Nordeste semiárido brasileiro, verificou peculiaridades qualitativas e quantitativas das águas superficiais e subterrâneas. A região é caracterizada pelos solos rasos sob o embasamento cristalino do Pré-cambriano em 70% de seu território, eventos hidrológicos com baixíssimos níveis de precipitação e restrito potencial hidrogeológico (em torno de $4L/s/km^2$). O referido autor

também verificou áreas com disponibilidades hídricas críticas, com demandas reprimidas ou insatisfeitas, com qualidade de água comprometida pela poluição antropogênica ou natural, principalmente a salinização, associada às formações geológicas predominantes.

Leprum (1983) 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 $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$; $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+$, predominando águas bicarbonatadas e sódicas (CEBALLOS *et al*, 2006).

A salinidade é uma característica comum nos solos e subsolo das regiões semiáridas, isso em função destas regiões apresentarem: grande predominância de rochas cristalinas; muitos solos são rasos, pedregosos, com baixos valores de porosidade, e com baixa permeabilidade, o que condiciona uma circulação lenta dos fluidos, conseqüentemente, maior tempo de permanência das águas em contato com o corpo cristalino (rico em sais), acarretando assim uma maior salinização das águas locais.

Entretanto, mesmo com altos níveis de sais dissolvidos nas águas dos poços perfurados, muitas famílias acabam por ingerir estas águas, assim como outras que foram acumuladas em reservatórios (açudes, cisternas etc.) e que não passaram por nenhum processo de tratamento ou desinfecção. Tal realidade tem causado problemas de saúde pública, tendo em vista os inúmeros casos de pessoas acometidas por doenças de veiculação hídrica (MARINHO, 2015)

Sabendo-se que a escassez de água periódica acaba por forçar inúmeras famílias a consumirem água de má qualidade (rica em sais ou com poluentes biológicos), a dessalinização e a desinfecção das águas tornam-se eminente para aumentar a oferta de água potável para uma população que cresce a cada dia.

Diante do exposto, torna-se importante estudar possíveis modos ou técnicas que podem ser utilizadas na promoção da dessalinização e desinfecção das águas disponíveis em regiões semiáridas.

2.3. Tecnologias utilizadas para dessalinização da água

Os elevados níveis de salinidade da água encontrados em diversas regiões do planeta têm levado cientistas e pesquisadores a conduzir ao desenvolvimento de processos e tecnologias de dessalinização das águas para obter água potável.

Quatro quintos da produção mundial de dessalinização ainda são produzidos por processos de destilação, em usinas concentradas, na sua maioria, nos países do Golfo. A capital da Arábia Saudita, Riad, onde praticamente nunca chove e onde não existem rios nem lagos de superfície; essa região responde sozinha por um décimo da produção mundial de água dessalinizada.

Outra técnica de dessalinização da água que é mais eficiente e não é tão intensiva na utilização de energia é uma variação da destilação. Em vez de ferver a água, temos um processo físico chamado difusão de massa, para fazer com que a água se evapore e se separe do sal. Bombas são utilizadas para forçar a água ao longo de um aquecedor e espalhá-la sobre uma torre de difusão - uma coluna feita de uma matriz de polietileno que cria uma grande área superficial por onde a água flui enquanto está caindo. Outras bombas, na base da torre, injetam ar seco na coluna no sentido oposto ao da água. À medida que a água salgada se choca com o ar quente, ela se evapora. O ar fica saturado de umidade e é forçado por ventiladores em direção a um condensador que força a umidade a se condensar em água pura (ROGÉRIO et al.,2013).

A tecnologia da dessalinização está se disseminando rapidamente em países onde os rios estão encolhendo e onde a demanda está cada vez mais elevada. As ilhas de veraneio onde os turistas esgotaram as reservas locais tornaram-se as principais interessadas nesta alternativa. Hoje, Malta obtém dois terços da sua água potável da dessalinização. Na sua maioria, as ilhas gregas, como Mykonos, por exemplo, vêm dessalinizando há muitos anos, o que é também o caso das ilhas Cayman, de Antígua e das Ilhas Virgens no Caribe. E Chipre bombeou de tal forma suas reservas subterrâneas de água potável que a água do mar acabou invadindo o subsolo através dos poros abertos dentro da camada rochosa - o que fez com que o país, agora, seja obrigado a dessalinizar também sua água subterrânea.

Os processos mais comuns de dessalinização utilizados no Brasil são por osmose reversa. A principal problemática destas tecnologias é o alto consumo de energia e os volumes de água salina descartadas nesses processos.

Usinas de osmose reversa estão sendo planejadas para Houston (Texas) e Cidade do Cabo (África do Sul). Em Perth (Austrália), desde os anos 70, a seca cortou em dois terços o fluxo da água que alimentava as barragens que abastecem a cidade. Com isso, para continuar a abastecer as torneiras, a cidade construiu uma usina de dessalinização.

O grande uso de dessalinização está preocupando os ambientalistas pois um dos problemas é o que fazer com os resíduos de água salobra, os quais podem corresponder à metade ou mais do volume total da água processada. A maioria das usinas, de maneira bastante natural, os despeja de volta no mar. Mas esta água salgada usada também contém os produtos da corrosão que foi gerada durante o processo de dessalinização, assim como as substâncias químicas que foram adicionadas para reduzir tanto a corrosão quanto o desenvolvimento de tártaro nas usinas (PEARCE, 2007).

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).

2.4. O destilador solar

De acordo com Buross (1980) a dessalinização solar é um processo contínuo e natural, que tem como base o ciclo hidrológico natural da água (sistema físico, fechado, sequencial e dinâmico).

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 produzir um mínimo de rejeitos salinos e não consumir energia elétrica ou de combustíveis não renováveis.

O uso de energia solar utilizada no processo de desinfecção da água é outra tecnologia inovadora com aplicação da energia solar, renovável e sustentável (SODIS, 2012). Ambas as tecnologias são de cunho social por serem de fácil aplicação com benefícios à saúde familiar e à educação ambiental, sem custos elevados e de fácil acesso às populações carentes.

São muitas as variações das configurações possíveis de destiladores solares convencionais já utilizados em várias partes do mundo. Diferem entre si principalmente

nos materiais utilizados, nas geometrias, nos métodos de segurar e apoiar a cobertura transparente e os arranjos para admissão e descarga da água.

Basicamente todos os destiladores consistem em uma cobertura transparente que fecha um espaço situado sobre um tanque pouco profundo de água salgada. Esta cobertura está inclinada até as bordas ou em direção ao centro para que a água que se condensa na superfície interior escorra por gravidade até a canaleta adjacente à periferia interna do tanque (LOPES, 2004).

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 e o gradiente 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. Os materiais utilizados para a cobertura transparente são vidros planos e plásticos laminados (Figura 01).

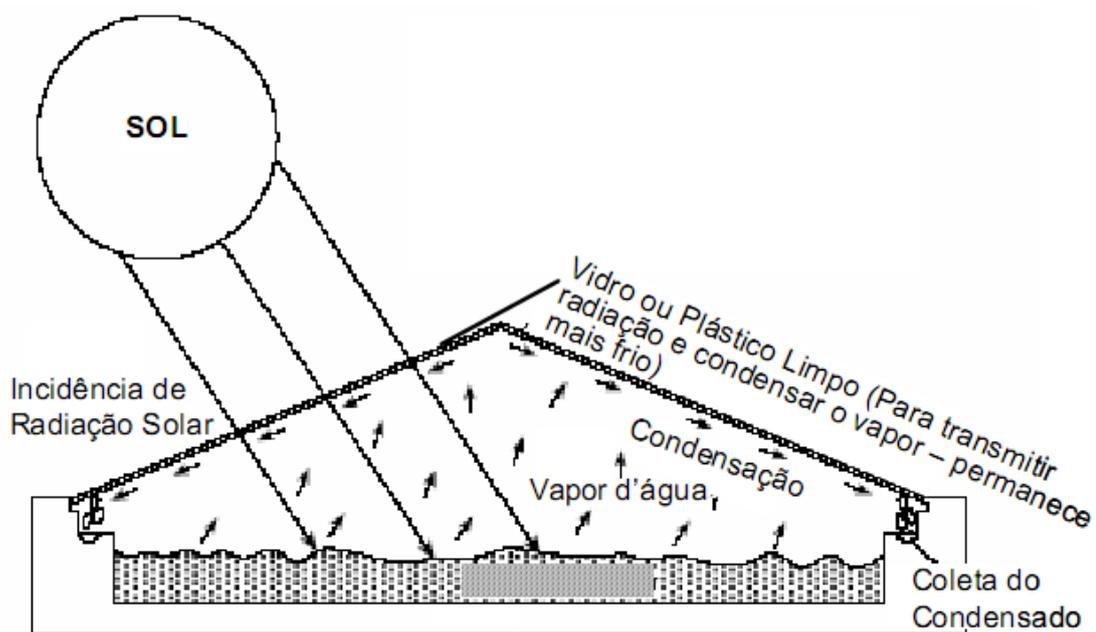


Figura 01. Esquema de funcionamento do destilador solar (umidificação) / Fonte: Buros et al.(1980).

Segundo Luiz (1985), o efeito estufa produzido pelo vidro é mais intenso do que o efeito estufa produzido pelo plástico e, além disso, quando o vapor se condensa sobre a superfície do vidro forma-se uma película contínua de água, ao passo que a condensação do vapor sobre o plástico produz gotas d'água que podem apresentar perdas de produção

no gotejamento direto no destilador do tanque de água salgada. Como as gotas ficam, em geral, isoladas na superfície do plástico, o uso do vidro é mais eficiente porque a água escorre através da película contínua formada sobre o vidro até ser recolhida nas canaletas.

De acordo com Buros (1980) o tanque raso é a base do destilador e pode ser confeccionado em fibra de vidro, concreto, plástico e material metálico. O importante é a coloração preta para absorver a luz do sol e o isolamento térmico.

2.5 Investigação ação participativa/pesquisa-ação

Não há certeza sobre quem inventou a pesquisa-ação. Muitas vezes, atribui-se a criação do processo a Lewin (1946). Embora pareça ter sido ele o primeiro a publicar um trabalho empregando o termo, pode tê-lo encontrado anteriormente na Alemanha, num trabalho realizado em Viena, em 1913 (ALTRICHTER, 1993).

Versão alternativa é a de Deshler e Ewart (1995) que sugerem que a pesquisa-ação foi utilizada pela primeira vez por John Collier para melhorar as relações inter-raciais, em nível comunitário, quando era comissário para Assuntos Indianos, antes e durante a Segunda Guerra Mundial e Cooke (s.d.) parece oferecer vigoroso apoio a isso.

A seguir, Selener (1997) assinala que o livro de Buckingham (1926), “Research For Teachers” [Pesquisa para professores], defende um processo reconhecível como de pesquisa-ação. Assim sendo, é pouco provável que algum dia venhamos a saber quando ou onde teve origem esse método, simplesmente porque as pessoas sempre investigaram a própria prática com a finalidade de melhorá-la. O relato de Rogers (2002), mostra muita semelhança com o conceito de pesquisa-ação e também se poderia realçar que os antigos empiristas gregos usavam um ciclo de pesquisa-ação.

Uma definição tal como: “pesquisa-ação é um termo que se aplica a projetos em que os práticos buscam efetuar transformações em suas próprias práticas...” (BROWN & DOWLING, 2001), por exemplo, sob certos aspectos, é precisa, mas utiliza o termo “pesquisa” no sentido muito amplo de todo tipo de estudo metuculoso e, utilizando-o desse modo, priva os acadêmicos de utilizá-lo para distinguir a forma de investigação-ação que emprega o sentido mais específico ligado à pesquisa na academia.

A pesquisa-ação se trata de um enfoque que encara o desafio de gerar conhecimento com os atores sociais de uma realidade para que eles assumam o poder de transformá-la criativamente. Portanto, representa uma proposta metodológica para a transformação social através da ação dialógica entre saber científico e saber popular

(THIOLLENT, 2008). É uma perspectiva científica e ideológica para promover, apoiar e facilitar os processos de transformação, especialmente na organização e nas relações assimétricas de poder entre grupos e estruturas sociais. Seus princípios epistemológicos significam uma maneira de aproximação da realidade social: se trata de conhecer transformando.

Investigação Ação Participativa é o despertar de cidadãos conscientes e em ação, dentro do seu contexto em sua comunidade e território, agindo como protagonista para um processo de mudança da realidade em prol do desenvolvimento sustentável. Onde no cenário da dita ciência agroecológica ocorre à geração de tecnologia social adaptada produzida através do diálogo contínuo entre o conhecimento empírico e endógeno dos povos dos agroecossistemas e o dito conhecimento científico.

Thiolent (2008) utiliza o termo metodologia da pesquisa-ação ou pesquisa participativa, com base social e empírica que é realizada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. A pesquisa participativa o problema se origina na comunidade em estudo e a principal finalidade da pesquisa é a transformação estrutural fundamental e a melhoria da vida dos envolvidos.

Várias metodologias podem ser utilizadas buscando envolver o agricultor na pesquisa experimentação, entre elas a investigação-ação/pesquisa-ação, discutida por Thiollent (2008), baseada no diálogo e no estímulo ao empoderamento dos conhecimentos pelos agricultores, tentando trazer a realidade do agricultor para o ambiente da pesquisa e vice-versa, promovendo essa troca de saberes, que a agroecologia busca basear-se, e construir soluções (ações) caso se mostrem necessárias.

3. METODOLOGIA

3.1 Localização da Pesquisa ação e características da área experimental

Os critérios utilizados para determinação do local da pesquisa ação levaram em consideração que a propriedade fosse localizada em área onde o nível de precipitação pluviométrico médio anual fosse de 250 a 500 mm anuais (região de menor precipitação do estado) e existisse águas salinas captadas em poços ou outro tipo de manancial (Figura 1).

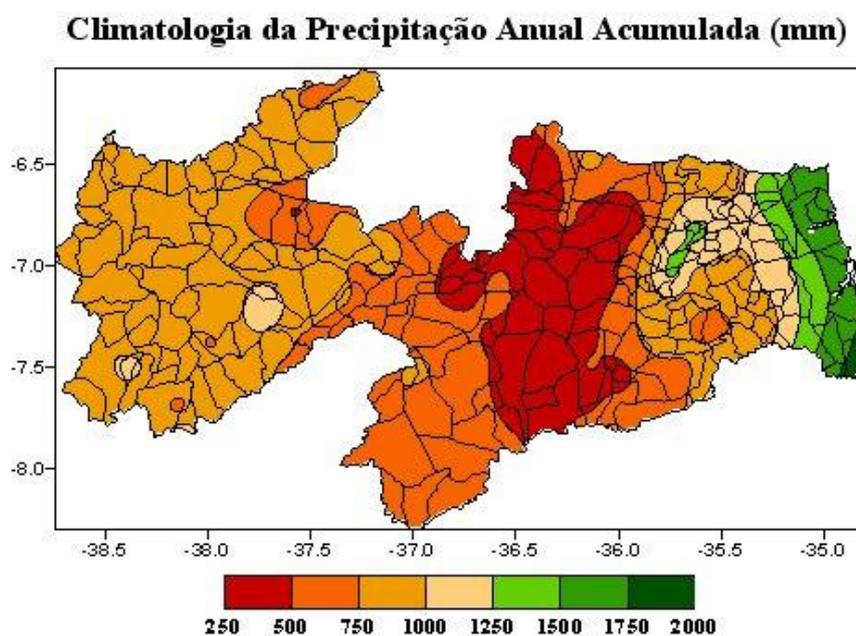


Figura 2: Mapa climatológico dos municípios do Estado da Paraíba

Foi selecionada a propriedade rural de Dona Vanda e Sr. Ednaldo Florentino (agricultores de base familiar), que se localiza no Assentamento Corredor, município de Remígio, região do Curimataú Paraibano, a 463m de altitude e que apresenta as coordenadas geográficas S 06° 54' 29" e W 35° 52' 45". A média da temperatura máxima anual é de 33°C e a mínima de 18°C, com pequenas variações. Precipitação pluviométrica média em torno de 396 mm.ano⁻¹ (na área onde o projeto está se instalado) e evapotranspiração superior a 2 m ano⁻¹. O município de Remígio tem 17.581 habitantes e densidade demográfica de 98,7 habitantes por km², possui um IDH de 0,607 (IBGE, 2010).

Os maiores índices de precipitação ocorrem no período de maio a julho e o trimestre menos chuvoso corresponde aos meses de outubro a dezembro. Em relação às

condições térmicas, a temperatura média anual é de 23° C, sendo que os valores mais baixos ocorrem no trimestre de junho-julho-agosto, período de menor radiação solar, nebulosidade acentuada. Os valores mais elevados da temperatura correspondem aos meses de janeiro, fevereiro e março.

Na Figura 3 tem-se a fotografia da área da propriedade rural onde foram realizados os estudos.



Figura 3: Vista aérea da propriedade onde ocorreu a pesquisa-ação. Fonte: Google Earth

A análise das águas salinas captadas de um poço artesiano existente no Assentamento Corredor e utilizadas no experimento está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1: Características químicas das águas utilizadas no processo de dessalinização

CE (dS m ⁻¹)	pH	Cátions (m mol l ⁻¹)				Anions (m mol l ⁻¹)			
		Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Carbonato	Bicarbonato	Cloreto	Sulfato
18,02	8,24	12,7	1,1	132,2	0,04	0,00	1,75	135,6	15,3

3.2 Diálogos de saberes entre os parceiros

As pesquisas foram desenvolvidas de forma participativa com envolvimento dos agricultores, técnicos extensionistas ligados à rede agroecológica, alunos e professores em todas as fazes do projeto.

Em 28 de Outubro 2013 Dona Vanda estava recebendo uma visita ASA – BRASIL quando chegou professor Francisco e a equipe de alunos da especialização (Tayama Rodrigues Uchôa, Saulo Ferreira Leite) para conversar sobre a possibilidade de instalar o projeto do dessalinizador solar. Dona Vanda se interessou e foi marcada uma reunião com membros de organizações ligadas a rede agroecológica: ASPTA, Polo Sindical da Borborema, ASA, Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Remígio e NERA /UEPB. Nessa reunião houve o esclarecimento da proposta de instalação do experimento dos dessalinizadores consociado com cisterna calçadão no lote da família de agricultores rurais da reforma agrária no Assentamento Corredor em parceria com todas as organizações que já acompanham a família.

Foi realizada uma visita de intercâmbio com a família e representantes das organizações citadas, no Campus II da UEPB onde o prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho apresentou o modelo de dessalinizador solar para proporcionar maior esclarecimento de como seria esse experimento no lote.

Logo de início do projeto, ocorreu o processo de apropriação da nova tecnologia por parte da família. Havendo um acréscimo na rotina dos agricultores devido a participação do Sr Ednaldo na construção dos dessalinizadores; tornando-os protagonistas conscientes de sua importância no processo de construção do conhecimento.

Foram realizados alguns encontros no lote com os parceiros que eram anteriormente articulados, proporcionando o “DIÁLOGO DE SABERES” entre os sujeitos locais através das diversas visões em prol do processo de otimização da tecnologia social.

Houve envolvimento de todos os atores em vários processos como: caminhada transversal, sistematização com a participação da família, diagrama de fluxo, linha do tempo. Também durante todo o período de estudo foram produzidos relatórios, resenhas, vídeos do processo de construção dessalinizador solar já otimizado, cartilhas com os material e fotos com o passo a passo para a construção, boletins informativos entrevista de áudios e vídeos com os agricultores experimentadores responsáveis pelo lote;

Foram realizadas visitas de intercâmbios com a participação de agricultores familiar da reforma agrária de diversos assentamentos, animadores de movimento sociais e técnicos de ATER e ONGs, para facilitar na difusão da tecnologia social.

Houve também trabalhos de articulação com os animadores da comissão da juventude do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras do Sindicato de Remígio em parceria com dona Vanda com vistas a sensibilização dos jovens do assentamento Corredor sobre a construção e o funcionamento, com dinâmicas interativas sobre a eficiência da energia solar ecologicamente correta e economicamente viável;

Diversas propostas dos parceiros foram introduzidas no processo de otimização dos dessalinizadores a exemplo da sugestão de José Camelo da Rocha técnico da ASPTA para que fosse utilizada uma gaveta que facilite a retirada do sal (Figura 4); do irmão Urbano (fundador das ONGs PATAC e ÚTOPIA) que percebeu falhas no sistema hidráulico e orientou a melhor vedação para potencializar o calor e a produção de água dessalinizada; do senhor Ednaldo que teve a idéia de usarmos lona de PVC para construção do tanque raso com vistas a interromper o processo corrosão nos tanques construídos em alumínio.

O projeto também viabilizou a participação do corpo discente do Campus II da UEPB: os alunos do curso técnico agrícola, alunos do curso de bacharelado em agroecologia e da especialização em agroecologia que tiveram aulas práticas de seus componentes curriculares Gestão dos Recursos Hídricos e Salinidade das Águas e dos Solos, em concordância com os ideais agroecológicos da indissociabilidade que deve existir entre ensino, pesquisa e extensão. Dona Vanda e seu Ednaldo também receberam nos experimentos várias visitas de instituições como o INSA, IDS e representantes de movimentos sociais do exterior.

Em uma das visitas de campo com os parceiros esteve presente a COONAP que ao conhecerem os dessalinizadores solar percebeu sua importância sobre segurança hídrica para os agricultores familiar da reforma agrária e o coordenador executivo o senhor José Diniz deu um parecer positivo e anunciou o interesse em colocar a tecnologia social no plano de trabalho da COONAP para construção de dessalinizadores solar em oito Assentamentos da reforma agrária.



Figura 4: Retirada da lona Encerado para a limpeza dos sais acumulados após o processo de destilação das águas.

Em nova fase do projeto foram realizadas oficinas participativas durante o processo de construção de oito unidades Dessalinizadores Solar no assentamento Olho D'água na cidade Seridó, PB. Nestas oficinas participaram a equipe do NERA/UEPB, alunos da UEPB, técnicos da COOANP, agricultores do assentamento e de outras localidades, representantes da secretária de agricultura de Campina Grande e a prefeita da cidade de Seridó. A agroecólogo Tayama Rodrigues Uchôa explicou para os presentes o funcionamento do dessalinizador e o processo de melhoramento da tecnologia. Assim, os trabalhos realizados em parceria com a COONAP para construção de novos dessalinizadores se encontram em andamento.

3.3 Modelo do dessalinizador solar associado a coletor de águas pluviais

No intuito de reduzir custos o modelo de dessalinização solar associado ao coletor de águas pluviais, com 36 m² de área, foi construído em alvenaria utilizando blocos pré-moldados de concreto, sobre um piso (calçadão) utilizado para coleta de água das chuvas (Figura 5 e 6).



Figura 5: Calçada selecionado para construção de nove unidades de dessalinizador solar no Assentamento Corredor, município de Remigio, PB.



Figura 6: Dessalinizadores em construção sobre o calçada utilizando-se blocos pré-moldados.

O sistema cisterna calçada, assim como é denominado, utilizado no experimento possui área de captação de 200 m^2 e cisterna com capacidade para acumular 75 m^3 . A cisterna calçada é uma tecnologia social amplamente divulgada constituindo-se como uma política pública do Governo Brasileiro (COSTA et al., 2013).

O esquema do dessalinizador implantado consiste em um reservatório de água com capacidade de 500 litros (caixa d'água de PVC) para abastecimento do sistema, elevada a cerca de 1,0 metro do chão interligado por tubulações de 20 mm que encaminha água salobra aos dessalinizadores construídos em alvenaria sobre o calçada da cisterna calçada.

Foram construídos nove dessalinizadores cada um com 4 m^2 de área (total de 36 m^2) onde foram colocados inicialmente tanques rasos de alumínio (que rapidamente foram corroídos) e após a reforma tanques de polietileno isolados termicamente (mantas de isopor) que recebem a água salina para ser evaporada.

A água, após o processo de evaporação/condensação, é conduzida através de canaletas de alumínio (dispostas nas laterais dos vidros) interligadas a tubos de PVC de 40 mm até outra caixa d'água de PVC que recebe a água destilada.

Na parte externa dos dessalinizadores foram colocados coletores de alumínio interligados a mesma tubulação de PVC (40mm) para captar água da chuva que incide sobre o sistema.

Na Fase I do projeto as tubulações de PVC que conduziam a água dessalinizada, também conduziam as águas pluviais, assim, ocorriam perdas de vapor na entrada das canaletas. Após reforma (Fase II) as canaletas que recebiam as águas dessalinizadas foram separadas das canaletas que recebiam água das chuvas e o interior do dessalinizador ficou completamente isolado do meio externo evitando as perdas de vapor (Figura 7).



Figura 7: Dessalinizadores construídos sobre a cisterna calçadão.

3.4 Índices de precipitação pluviométrica durante período experimental

Nos gráficos 8 e 9 pode-se observar os valores das precipitações pluviométricas diárias ocorrido durante a primeira (total de precipitação acumulada =55mm) e segunda Fase do período experimental (total de precipitação acumulada =103,7mm)

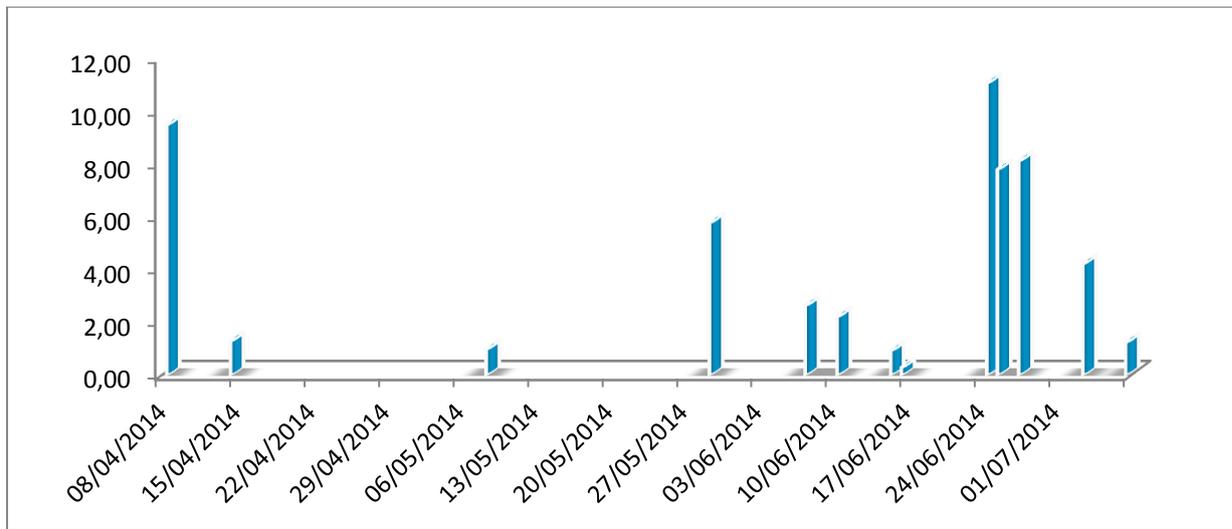


Figura 8: Índices de precipitação pluviométricos diários observados durante a primeira fase do período experimental.

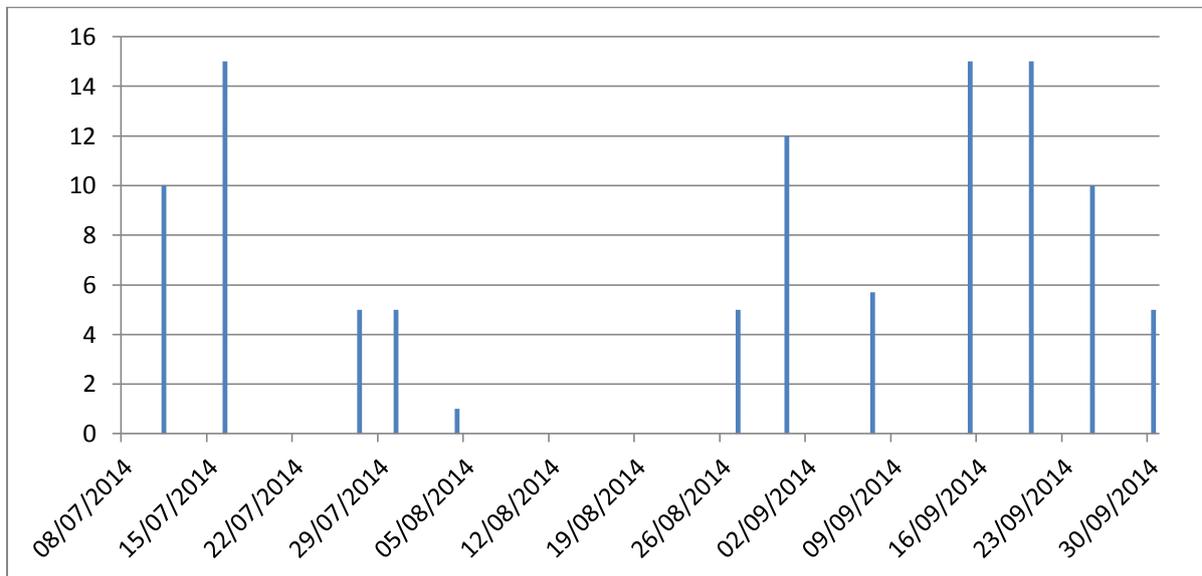


Figura 9: Índices de precipitação pluviométricos diários observados durante a segunda fase do período experimental.

3.5 Variáveis avaliadas

Foram monitorados os volumes de água dessalinizada produzida, os volumes de água de chuva captada pelo sistema e a temperatura da água no interior do dessalinizador. Esses dados geraram subsídios técnicos que permitiram aperfeiçoar a eficiência do modelo do destilador solar proposto.

Verificaram-se através análises de variância comparativa os totais de água evaporada no dessalinizador solar levando-se em consideração a presença de sais em uma concentração de 333 g l^{-1} (T_1) ou com água destilada (T_2).

Avaliaram-se os índices de contaminações biológicas das águas captadas no sistema através da determinação do número de coliformes fecais e totais/ 100 ml.

Determinaram-se os níveis de salinidade, através da condutividade elétrica, das águas naturais para se definir os volumes adequados a serem adicionados no processo de reconstituição salina; não inferior a 30 mg l^{-1} de sais (ANVISA, 2005)

3.6 Tratamento das águas utilizadas no processo de reconstituição salina

As águas naturais utilizadas no processo de reconstituição salina foram tratadas pelo processo de “Desinfecção Solar de Água (SODIS, 2012)” que é um método simples para melhorar a qualidade da água a ser consumida pela população. Destroi os microorganismos patogênicos e indicadores de contaminação fecal (coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*) na água com luz 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 700nm. 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 45°C . Assim, a técnica permite uma exposição a $50 - 60^\circ\text{C}$ 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 micro-organismos enteropatógenos (SODIS, 2012).

A metodologia é simples e trata com excelente eficiência volumes de até 3L de água contidos em garrafas PET transparentes. A seguir, se apresenta de forma resumida, a metodologia que aplicada nesta pesquisa para desinfetar as águas brutas usadas na reconstituição salina da água destilada pelo sistema de destilação/dessalinização por luz solar.

- Lavar bem a garrafa de plástico PET transparente (polietileno de tereftalato - 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.

As análises estatísticas foram realizadas aplicando-se análise de variância simples e o teste “F” (FERREIRA, 1991). Foram realizadas análises de regressão polinomial, sendo obtidas equações de regressão a 0,01 e 0,05 de probabilidade (teste t), utilizando-se o modelo Linear.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados levando-se em consideração dois momentos: antes das reformas (Fase I) e após as reformas dos dessalinizadores (Fase II). Devido às significativas diferenças da produção de água doce existentes entre essas duas fases.

4.1 Resultados antes das reformas (Fase I):

Verifica-se na Figura 10 que os volumes de água produzidos pelo sistema durante a primeira fase do projeto variaram de 35 L.dia⁻¹ (observado nos dias de menor insolação e sem precipitação pluviométrica) até 310L.dia⁻¹ (observado nos dias de maior precipitação pluviométrica). O dado médio de água produzida pelo sistema nessa fase foi 90,78 L.dia⁻¹.

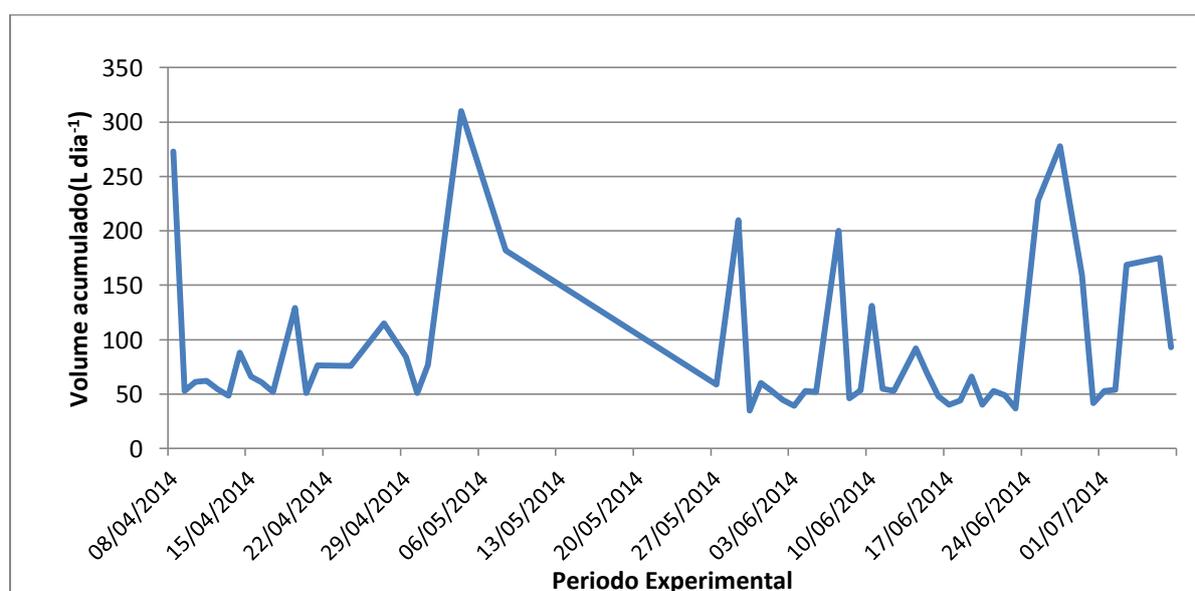


Figura 10: Água doce (L dia⁻¹) produzida pelo sistema estudado (dessalinização solar + coletor de água pluvial) durante o período experimental (Fase I).

Na Figura 11 observa-se a influencia da precipitação na produção de água pelo sistema. Pode-se constatar que para cada milímetro de chuva houve um acréscimo de 27,25 litros de água acumulada, ou seja, o sistema apresentou uma eficiência de captação de água de 75,7% levando-se em consideração que a área ocupada pelos dessalinizadores é de 36 m². Vale salientar que na ocorrência de chuvas de pouca intensidade (<3mm) não ocorre captação de água nas cisternas através do calçadão devido a baixa declividade e

porosidade do piso, o que reduz o processo de escoamento superficial, diferente do que ocorre nos vidros dos dessalinizadores.

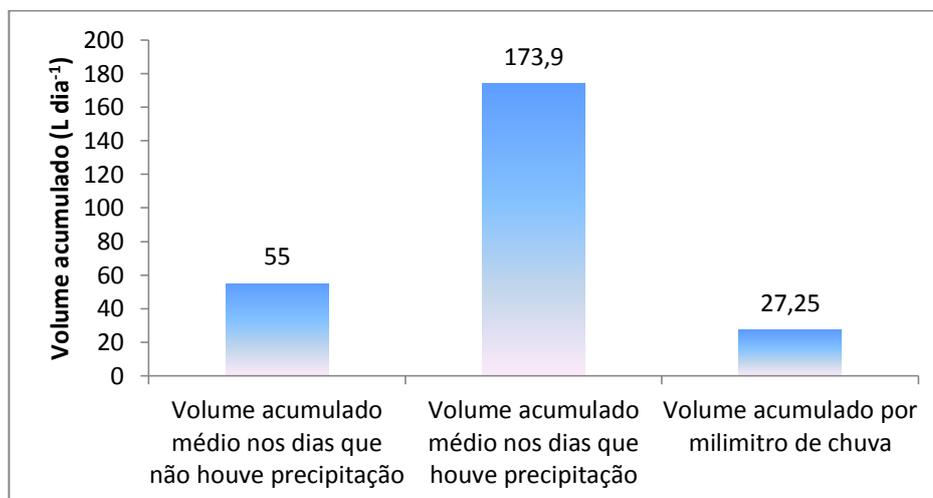


Figura 11: Volume de água produzido pelo sistema, com e sem a influência da precipitação (Fase I).

4.2 Resultados após as reformas (Fase II):

Os volumes de água dessalinizada produzida na Fase II estão apresentados na Figura 12, verifica-se que houve aumento significativo de produção de água dessalinizada após as reformas aplicadas ao sistema.

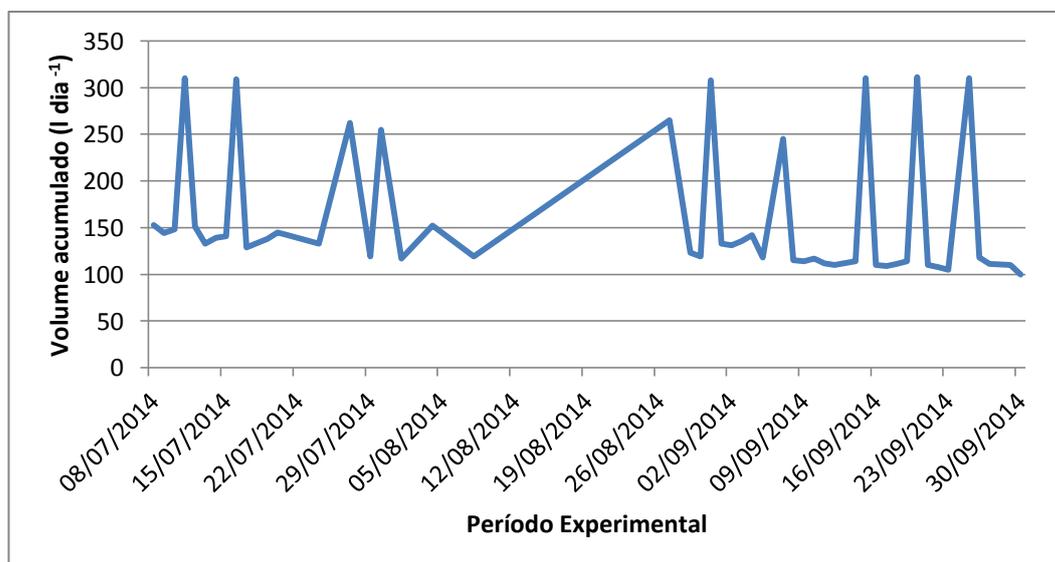


Figura 12: Água doce (l dia⁻¹) produzida pelo sistema estudado (dessalinização solar + coletor de água pluvial) durante o período experimental (Fase II).

Nessa fase os volumes de água produzidos variaram de 100L.dia⁻¹(observado nos dias de menor insolação e que não houve precipitações) até 311 L.dia⁻¹ (observado nos dias de maior precipitação pluviométrica). O dado médio de água produzida pelo sistema nessa fase foi 157,56 L.dia⁻¹; nos dias que não houve precipitação pluviométrica o volume produzido de água médio foi de 132,42 L.dia⁻¹ cerca de 140% maior do que na Fase I (Figura 13).

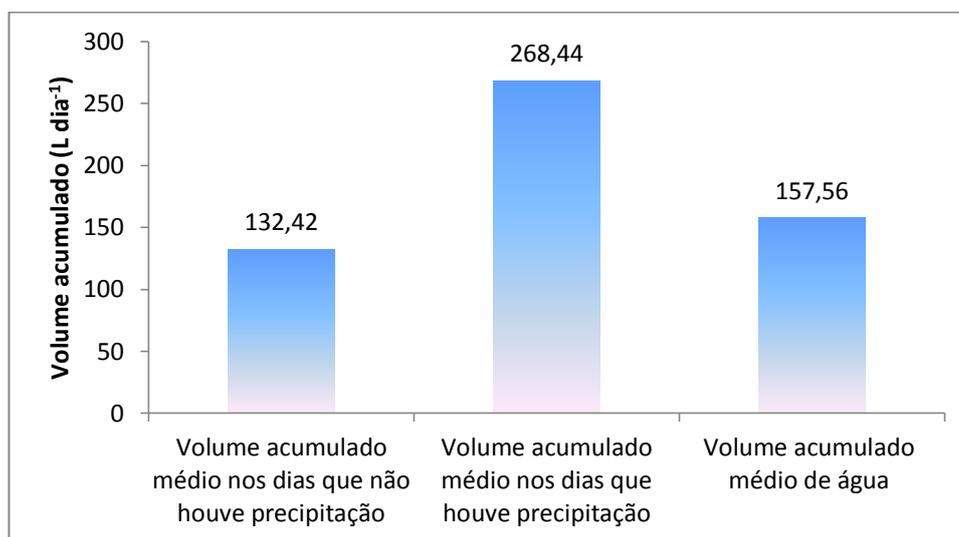


Figura 13: Volume de água médio produzido pelo sistema durante o período experimental, e volume produzido com e sem a influencia da precipitação (Fase II). .

Pode-se verificar na Figura 12 uma queda de rendimento do sistema no decorrer do tempo fato verificado provavelmente pelo acúmulo de sal no interior dos tanques de evaporação dos dessalinizadores o que reduz o potencial osmótico acarretando redução no processo de evaporação. Verifica-se na Tabela 2 as análises de variância comparando-se os totais de água evaporada no dessalinizador solar levando-se em consideração a presença de sais em uma concentração de 333 g L⁻¹ (T₁) ou com água destilada (T₂). Pode-se verificar que houve redução de 43% no processo de evaporação nas águas salinas em comparação com as águas sem sais. Fato que justifica a redução da produção de água no sistema de dessalinização com o passar do tempo, o que pode ser minimizado através de limpezas mais frequentes nos dessalinizadores.

O sal produzido pelo sistema é um resíduo que causa impacto negativo na produtividade do solo, havendo necessidade de novas pesquisas sobre o seu destino a exemplo de utilização como suprimento mineral de animais ou na adubação de coqueiro.

Tabela 2: Resumos de análise de variância para evaporação da água levando-se em consideração a presença de sais em uma concentração de 333 g l⁻¹ (T₁) na água ou ausência completa de sais (T₂).

	S.Q.	Q.M.	F
GL			
Tratamento	1	41035740	41035740
Resíduo	4	27.41813	6.85453
CV (%)	8,12		
		Médias de tratamentos	(g 250g ⁻¹)
Médias			
T ₁		22,17	
T ₂		38,71	

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

Através dos estudos de regressão apresentados na Figura 14 constata-se que houve uma correlação significativa ($p < 0,01$) entre a temperatura média no interior do evaporador/condensador e a vazão de água produzida pelos dessalinizadores. Pode-se verificar que a temperatura no interior do dessalinizador alcançou valores próximo a 70°C nas horas mais quentes do dia (cerca de 14:horas) e que nesse momento a vazão de água produzida alcançou os maiores valores cerca de 18 l h⁻¹ (Figura 15)

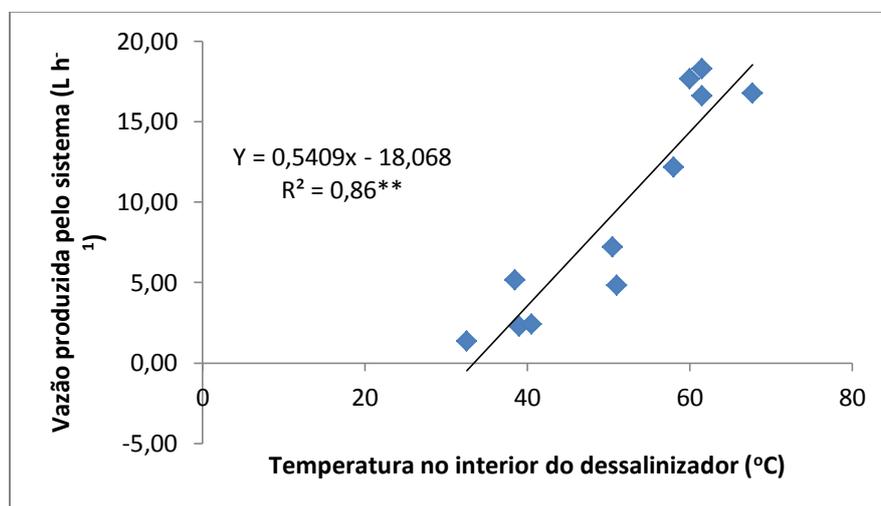


FIGURA 14: Vazão de água destilada produzida por dia em função temperatura média no interior do destilador/condensador.

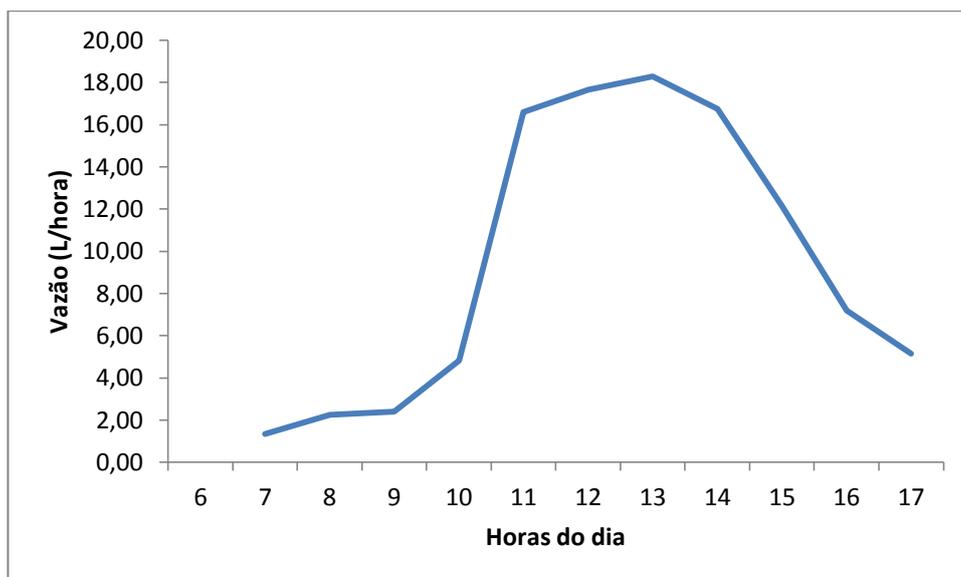


FIGURA 15: Vazão de água dessalinizada produzida pelo sistema em função do horário.

Verificam-se na Tabela 3 as análises biológicas das águas submetidas ao processo de dessalinização e das águas pluviais coletadas no sistema. Observa-se que as altas temperaturas existentes no interior do dessalinizador foram eficazes no tratamento biológico da água; contudo as águas das chuvas captadas no sistema apresentaram contaminação biológica. Fato verificado provavelmente pela poeira incidente sobre os vidros, uma vez que na região poucas famílias utilizam vasos sanitários e fossa. Nesse sentido existe necessidade de tratamento adicional das águas de chuvas captadas, o que pode ser feito através do método (SODIS, 2012).

Em lugares onde a radiação solar disponível é de média a alta, como acontece no semiárido nordestino (radiação solar global entre 500 e 900 $W.m^{-2}$ durante seis e sete horas em dias sem nuvens), a destilação e a desinfecção solar são úteis para o tratamento da água com microrganismos, sais e até com compostos não-biodegradáveis (SOARES, 2004).

De acordo com SALATI (2002), o fornecimento de água bacteriologicamente segura se traduz em benefícios para a saúde (diminuição das doenças infecciosas de veiculação hídrica), sociais (melhores condições de vida ao melhorar o estado de saúde), e econômicos (maior produção dos indivíduos ao diminuir as taxas de morbidade).

TABELA 3: Análises biológicas das águas dessalinizadas e das águas pluviais produzidas pelo sistema proposto.

Amostra	Coliformes Totais			Coliformes Fecais (E.Coli)		
	NMP/100ml	Intervalo de confiança		NMP/100ml	Intervalo de confiança	
		min	max		min	max
Água da chuva coletada no sistema	240	100	940	240	100	940
Água Dessalinizada	4	2	10	4	2	10

Observa-se na Tabela 4 os padrões de microbiológico da água adequados para consumo humano de acordo com portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011 do ministério da saúde; verifica-se que as águas obtidas pelo sistema dessalinização necessitam de tratamento adicional para serem consumidas (BRASIL, 2011).

Tabela 4: Padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetro		VMP ⁽¹⁾	
Água para consumo humano		Escherichia coli ⁽²⁾		Ausência em 100 mL	
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100 mL	
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL	
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes		Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes		Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

5. CONCLUSÕES

O sistema de dessalinização solar associado ao coletor de águas pluviais apresentado neste trabalho:

- Produz volumes significativos de água doce (cerca de 150 L dia-1) suficiente para melhorar as condições de segurança hídrica de uma família de agricultores do semiárido brasileiro;
- Facilita o acesso à água devido à proximidade da residência dos campesinos;
- É uma tecnologia social facilmente apreendida pelos agricultores de regiões com problema de escassez hídrica;
- Deve ser limpo (retirada de sais acumulado no tanque) com frequência para manutenção da boa quantidade de água produzida;
- Produz águas que devem ser submetidas a um processo de reconstituição salina e tratamento biológico (principalmente caso ocorra à mistura de água dessalinizada com água da chuva) para poderem ser consumidas in natura pelo ser humano.

A metodologia Investigação Ação Participativa:

- Facilita a construção do conhecimento agroecológico e a difusão da Tecnologia Social colaborando para o desenvolvimento rural sustentável
- Possui bases metodológicas adequadas para promover a integração de forma indissociável das ações de pesquisa, ensino e extensão

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALTRICHTER, H.; POSCH, P.; SOMEKH, B. Teachers investigate their work Londres: Routledge, 1993.
- 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.
- AKASH, B.A.; MOHSEN, M.S.; COSTA, O. et al. Experimental evaluation of a single-basin solar still using different absorbing materials. **Renew Able Energy**, v.14, nº1-4. Jordan, 1998. p.307-310.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília/DF, 14 dez. 2011.
- BROWN, A.; DOWLING, P. Doing research/reading research a mode of interrogation for teaching. Londres: Routledge Falmer, 2001
- BUCKINGHAM, B. R. Research for teachers Nova York: Silver, Burdett and Co., 1926.
- BOUKAR, M.; HARMIM, A. Effect climate conditions on the performance of a simple as in 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).
- COSTA, A. B. et al. Tecnologia Social e Políticas Públicas. – 1. Ed.- São Paulo. Instituto Pólis. 2013.
- CRAVO, J. G.; CARDOSO, H. E. **Projeto de dessalinização de solos e água**. Nota Técnica nº1. Brasília/DF: SRH/MMA, 1996.
- DESHLER, D.; EWERT, M. Participatory action research: tradition and major assumptions. <[http://www.PARnet.org/parchive/ doc/deshler_95/](http://www.PARnet.org/parchive/doc/deshler_95/)>. Acesso em: 28 maio 1995.

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

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.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL / EDUFAL / FUNDEPES, 1991. 437 p.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados Demográficos 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 de outubro de 2015.

JUNIOR et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública** vol.37 n.4 São Paulo 2003.

LEWIN, K. Action research and minority problems., n. 2, p. 34-36, 1946

LOPES, J. T. **Dimensionamento e análise térmica de um dessalinizador solar híbrido**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. 92p. Dissertação de Mestrado.

LUIZ, A. M. **Como aproveitar a energia solar**. São Paulo:Edgard Blucher, 1985.191p.

LEPRUM, P. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. Recife/SUDEMA. **Relatório Final de Convênio**. 1983. 141 p.

MARINHO, F. J. L. et al. 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.

PALÁCIOS, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; SANTOS, J. C. N.; CHAVES, L. C. G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEE/UFCEGv.15, n.4, p.395-402, 2011.

PEARCE, FRED. *When the Rivers Run Dry: Water - The Defining Crisis of the Twenty, First Century* (Paperback), 2007

ROGERS, C. Defining reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking. *Teachers College Record* Nova York, v.104, n. 4, p. 842-866, 2002.

ROGÉRIO, H. A.; COSTA, A. O.; COSTA JUNIOR, E. F. Aplicações industriais de evaporadores de múltiplo efeito. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA** Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16, 2013. p 2815-2834.

SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E.. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA B.; TUNDISI, J.G. (Org.). *Águas doces no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda., 2002. p. 39-63.

SELENER, D. Participator y action research and social change y action research and social change y action research and social change pproaches and critique. Nova York: Cornell University, 1997

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, nº 3, jul-set. 2007.

SOARES, Clarissa. Tratamento de Água Unifamiliar através da Destilação Solar Natural Utilizando Água Salgada, Salobra e Doce Contaminada. Florianópolis: UFSC, 2004. 110p.

SODIS – SOLAR WATER DISINFECTION. Homepage. Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso em 12 de dezembro de 2012.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 16a ed. São Paulo, Cortez. 2008 132 p.

VIEIRA, V. P. P. B. Água doce no semi-árido. In.: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. Organização e coordenação científica Aldo da Cunha Rbouças, Benedite Braga, José Galizia Tundisi. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. 717p.

World Health Organization (WHO) International classification of functioning, disability and health. Geneva, WHO, 2001.

ANEXO I

BOLETIM



Ministério da
Pesca e Aquicultura

Ministério da
Educação

Ministério da
Agricultura, Pecuária e
Abastecimento



uepb
Universidade
ESTADUAL DA PARAÍBA

Ministério do
Desenvolvimento
Agrário

Ministério da
Ciência, Tecnologia e
Inovação

Experiência com Dessalinizadores Solar no Semiárido Paraibano

A experiência com dessalinizadores foi realizada no lote de Dona Vanderli Florentino da Cruz casada com Sr. Ednaldo Florentino da Cruz que tiveram três filhos: Linaldo Florentino da Cruz, Lindaelma Florentino da Cruz e Lindoaldo Florentino da Cruz .

Tudo começou com uma visita dos alunos e professores do curso de Especialização em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba ao Assentamento Corredor que se localiza a 12 quilômetros da cidade de Remígio – PB. Observando-se as condições de extrema carência por água dos assentados surgiu à ideia de instalação dos dessalinizadores solar em IAP – Investigação Ação Participativa em parceria com as organizações locais como a ASPTA, MST, POLO DA BORBOREMA, COOPTERA, SINDICATO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS RURAIS



visita dos alunos e professores do curso de Universidade Estadual da Paraíba ao Assentamento metros da cidade de Remígio – PB. Observando-se as

condições de extrema carência por água dos assentados surgiu à ideia de instalação dos dessalinizadores solar em IAP – Investigação Ação Participativa em parceria com as organizações locais como a ASPTA, MST, POLO DA BORBOREMA, COOPTERA, SINDICATO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS RURAIS DE REMÍGIO

Dona Vanda: Fizemos um empréstimo no Banco do Nordeste (PRONAF) para perfuração de um poço mais a água do poço deu muito salgada que nem o gado bebia.

Sr. Ednaldo: Agente tem passado por muita falda d'água e nossa esperança era o poço, infelizmente a água não dá para aproveitar nesse Curimataú chove muito pouco.

Professor Rodrigo Machado (coordenador do curso de Especialização):
Conhecendo as condições de extrema carência hídrica relatada pelos assentados, que falaram que houve momentos que não tinha água nem para beber, pensamos no projeto do dessalinizador solar liderado pelo professor Francisco Loureiro.

Em 28 de Outubro 2013 Dona Vanda estava recebendo uma visita ASA – BRASIL quando chegou professor Francisco e a equipe de alunos da especialização (Tayama Rodrigues Uchôa, Saulo Ferreira Leite) para conversar sobre a possibilidade de instalar o dessalinizador. Dona Vanda se interessou pelo projeto e foi marcada uma reunião com membros de organizações ligadas a rede agroecológica tais como ASPTA (Camelo), Polo Sindical da Borborema (Roselita), ASA, (Euzébio) – SINDICATO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS RURAIS DE REMÍGIO, NERA /UEPB (Francisco, Tayama, Marilene, Erinaldo, Gilmar). Para esclarecimento da proposta de instalação do experimento dos dessalinizadores sobre o calçadão da cisterna calçado no lote da família de agricultores rurais da reforma agrária no assentamento Corredor em parceria com todas as organizações que já acompanham a família.

Foi realizada uma visita de intercâmbio com a família e representantes das organizações citadas, na universidade onde o prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho tem um dessalinizador associado ao Fogão Ecológico para proporcionar maior clareza de como seria esse experimento no lote.

Seu Ednaldo: “Depois do intercâmbio melhorou a ideia de como seria o experimento em seu lote.”.

Vanda: Voltou com muita esperança de realizar esse reaproveitamento da água, e tinham uma dúvida pra eles sobre os dessalinizadores que era uma grande máquina e quando

viram que era um sistema mais simples de construção e manutenção e, mas barato para a agricultura familiar, possibilitando para que outras famílias tenham acesso ao reaproveitamento da água salina.”.

Foi construído nove dessalinizadores solar associado com a cisterna calçadão em concordância com as organizações responsáveis por essa política pública já consolidada para a realização dos experimentos sobre tecnologias sociais de convívio com a seca no semiárido Paraibano em metodologia de Investigação Ação Participativa entre a UEPB - Universidade Estadual da Paraíba incentivado pelo projeto do NERA – Núcleo de Extensão Rural Agroecológica e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e com os parceiros ASPTA, ASA, MST, SINDICATO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS RURAIS DE REMÍGIO, COOPTERA, POLO DA BORBOREMA.



Com quinze dias depois chegou o caminhão, com o material, e seu Ednaldo estava desbulando o milho e o pessoal do NERA/UEPB, descarregaram o material. No dia chegou o pedreiro, para começar o serviço, bateu duas placas depois do almoço. Ele trabalhou só um dia e meio, bateu duas placas, que só da pra construir um dessalinizador, aí foi embora. E depois de quinze, o prof.Chico, voltou pra perguntar pra Ednaldo se ele fazia as placas e mesmo ser sem pedreiro seu Ednaldo, disse sim. O pedreiro dizia que levava meio dia pra tirar a forma, mais seu Edanldo, percebeu que com calor do calçadão, em meia hora, secava a placa, diminuindo o tempo de construção Segundo seu Ednaldo, esse tempo de secagem das placas, varia de região para região e as quantidades que ele usava para fazer as placas dos dessalinizadores era três carrinhos de Areia e um saco de Cimento, que dava três placas, sendo o carrinho rente, nem muito cheio nem meio vazio, misturava e colocava na forma, e esperava 30 minutos e tirava.

Tinha dia que fazia até seis placas mesmo com todos os seus afazeres no lote na lida com os animais, depois, quando o pedreiro voltou, seu Ednaldo, também, trabalhou na construção dos dessalinizadores, trabalhando como servente.

Foram realizados no processo de otimização dos dessalinizadores solar encontros “in loco” com os parceiros, técnicos de ATER, de ongs, sindicato rural e de movimento social que resultou em várias adaptações que facilitaram o melhoramento da tecnologia social como



Trocamos duas vezes a espessuras das lâminas de alumínio e seu Ednaldo responsável pelo lote sugeriu que fizéssemos o isolamento das lâminas de alumínio por lona plástica por causa do alto teor de sal na água.

O fundador das ONGs PATAC e ÚTOPIA o irmão Urbano fez uma visita aos agricultores experimentadores e a nossa equipe percebeu falhas no sistema hidráulico e orientou a melhor fechamento ergométrico do sistema para potencializar a produção o calor e de água dessalinizada.

Sugestão de Camelo do p1+2 e da ASPTA para adaptarmos uma gaveta que facilite a retirada do sal elaboração e fabricação de um gavetão para facilitar a retirada do sal.

Realizamos algumas técnicas simples de sistematização caminhada transversal, Diálogos de Saberes, croqui e diagrama de fluxo do agroecossistema com a família, linha do tempo, relatórios, resenhas, vídeos da construção do décimo dessalinizador solar já otimizado, cartilhas com os material e fotos com o passo a passo para a construção , Boletim, Entrevista de áudios e vídeos com os agricultores experimentadores responsáveis pelo lote .

Intercâmbios de Agricultores Familiar da Reforma Agrária de diversos assentamentos, animadores de Movimento Sociais e técnicos de ATER e ONGs, para facilitar na Difusão da tecnologia Social .

Articulação com os animadores da comissão da juventude do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras do Sindicato de Remígio sobre o a vontade de dona Vanda de realizar de Sensibilização dos Jovens do assentamento Corredor sobre a construção e o funcionamento, com dinâmicas interativas sobre a eficiência da energia solar ecologicamente correta e economicamente viável;

Também com o corpo discente do Campus II os alunos do curso técnico agrícola e alunos do curso de bacharelado em agroecologia que tiveram aulas práticas de seus componentes curriculares Gestão dos Recursos Hídricos, Salinização, em concordância com os ideais agroecológicos ensino, pesquisa e extensão, ministrada pelo prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho. Dona Vanda e seu Ednaldo também receberam nos experimentos várias visitas de instituições como o INSA, IDS e representantes de movimentos sociais do exterior.

Construímos o Décimo Dessalinizador Solar Otimizado com as quatro placas em pré-moldado e uma delas com a passagem do gavetão com rodinhas;



Em uma das visitas de campo com os parceiros esteve presente a COONAP (Cooperativa de Trabalho Múltiplo de Apoio às Organizações de Autopromoção) que ao conhecerem os dessalinizadores solar percebeu sua importância sobre segurança hídrica para os agricultores familiar da reforma agrária e o coordenador executivo o senhor José Diniz deu um parecer positivo e anunciou o interesse em colocar a tecnologia social no plano de trabalho da COONAP.

Então, construído o décimo dessalinizador solar com o gavetão que facilita a limpeza e a manutenção. Dona Vanda seu Ednaldo, o prof. Dr. Francisco, Tayama, o coordenador da COONAP José Diniz acertamos detalhes para o intercâmbio que foi realizado com sucesso.



Realizamos posteriormente o Diagnóstico nos assentamentos assessorados pela COONAP e recolhemos amostras das águas para fazer análises e sabermos o teor de sal para priorizarmos as Replicagens dos Dessalinizadores Solar. Onde realizamos a Oficina Participativa dos Dessalinizadores Solar as construções de cinco Dessalinizadores Solar no lote do senhor Claudino do assentamento Olho D'água na cidade Seridó com o trabalho da equipe da especialização prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho coordenador do NERA/UEPB dos técnicos da COOANP, agricultores do assentamento e de outras localidades que estiveram presentes, também representantes da secretária de agricultura de Campina Grande e a prefeita da cidade de Seridó. A agroecóloga e especialista em agroecologia Tayama Rodrigues Uchôa explicaram para os presentes o funcionamento do dessalinizador e o processo de melhoramento da tecnologia

A experiência de instalação de dessalinizadores solares para a produção de água potável no Assentamento Olho D'água, foi selecionada para a edição 2015 do Caderno de Boas Práticas de ATER - Assistência Técnica e Extensão Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).



A ação foi apresentada pelo presidente da Cooperativa de Trabalho Múltiplo e Apoio às Organizações de Autopromoção (Coonap), Jonas Marques de Araújo Neto, no Seminário Nacional de Boas Práticas de ATER, realizado em Brasília de 1º a 3 de dezembro de 2015. Em nome da entidade, ele recebeu o certificado de Boas Práticas das mãos do ministro do Desenvolvimento Agrário, Patrus Ananias.

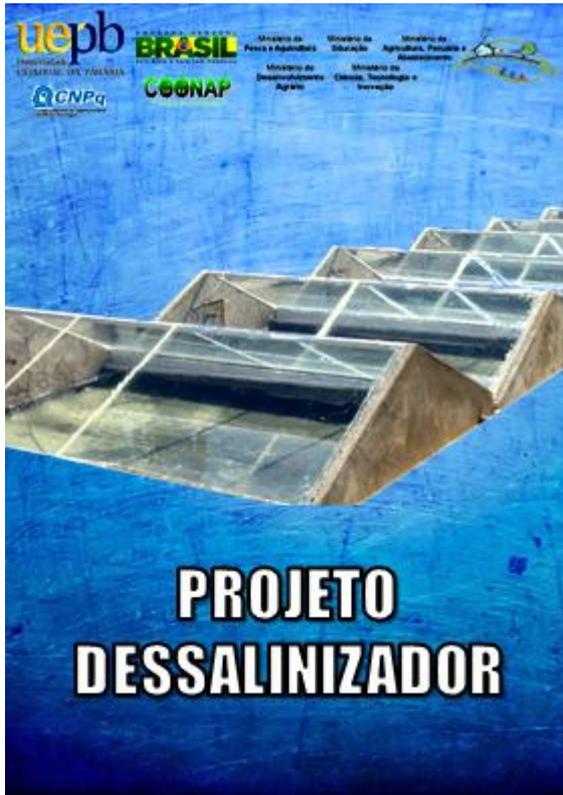
Devoluta para a comunidade do território apresentação da monografia de especialização no Polo da Borborema com representantes de vários sindicatos rurais Camelo do programa p1+2 e o orientador o prof. Dr. Francisco José Loureiro Marinho.



Ano 1 . N°01 Outubro /2015 Campina Grande

ANEXO II

CARTILHA DESSALINIZADOR



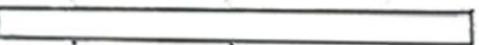
14	Cantoneira para Tampa (1/2" x 1/13")	PPAL 04	0,07
15	Chapa de ferro galvanizado para Tampa (22)	2 x 1 m	0,133
16	Arbitis 410	--	300

Imagens dos materiais necessários por und.

- 1) Tubos Redondos de alumínio (2,3m) 
- 2) Ferro para armação dos pré-moldados (2 varas de seis metros) 
- 3) Tubos e conexões (40 mm) 
- 4) Silicone (3 tubos) 
- 5) Caixa para armazenamento da água salina, da água destilada e dos sais 
- 6) Chapas de alumínio lisa 
- 7) Cimento (3 sacos) 
- 8) Lona reforçada para armazenamento de água salina 
- 9) Rodas para tanque 

14	Cantoneira para Tampa (1/2" x 1/13")	PPAL 04	0,07
15	Chapa de ferro galvanizado para Tampa (22)	2 x 1 m	0,133
16	Arbitis 410	--	300

Imagens dos materiais necessários por und.

- 1) Tubos Redondos de alumínio (2,3m) 
- 2) Ferro para armação dos pré-moldados (2 varas de seis metros) 
- 3) Tubos e conexões (40 mm) 
- 4) Silicone (3 tubos) 
- 5) Caixa para armazenamento da água salina, da água destilada e dos sais 
- 6) Chapas de alumínio lisa 
- 7) Cimento (3 sacos) 
- 8) Lona reforçada para armazenamento de água salina 
- 9) Rodas para tanque 
- 10) Peças de vidro (4mm) 
- 11) Veda Caixa 
- 12) Arruelas lisa galvanizada 5/32 
- 13) Tubos quadrados de alumínio para tanque para armazenamento de águas salinas 
- 14) Cantoneira para Tampa (1/2" x 1/13") 
- 15) Chapa de ferro galvanizado para Tampa (22) 
- 16) Arbritis 410 

10) Peças de vidro (4mm)



11) Veda Calha



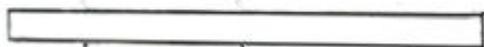
12) Arruelas lisa galvanizada 5/32



13) Tubos quadrados de alumínio para tanque para armazenamento de águas salinas



14) Cantoneira para tampa (1/2" x 1/13')



15) Chapa de ferro galvanizado para tampa (22)



16) Arribois 410



Formas para preparação de pré-moldados

1) Forma lateral



2) Forma para entrada do tanque para armazenamento de águas salinas (1,78 x 10m)



3) Forma para entrada



4) Forma Frontal



Etapas

I – Etapa de preparação dos pré-moldados

38 Passo: Colação do ferro



39 Passo: Colação de forma interna



39 Passo: Preparação de argamassa (3:1)



40 Passo: Colocação de óleo sobre as formas



Etapas

I – Etapa de preparação dos pré-moldados

99 Passo: Colocação de água na forma



100 Passo: Preenchimento das formas com argamassa



119 Passo: Preenchimento das formas com argamassa



120 Passo: Fechamento da parte superior da forma lateral após aplicação de argamassa



Etapas

II – Etapa de montagem dos pré-moldados

5ª Passo: Posicionamento ideal dos pré-moldados (lateral e frontal) com orifício de saída



6ª Passo: Escoramento de pré-moldado frontal



7ª Passo: Preparação do piso



8ª Passo: Preparação do piso em nível



Etapas

II – Etapa de montagem dos pré-moldados

1ª Passo: Colocação do primeiro pré-moldado lateral



2ª Passo: Colocação do segundo pré-moldado lateral



3ª Passo: Niveleamento dos pré-moldados laterais



4ª Passo: Colocação do pré-moldado frontal



Etapas

II – Etapa de montagem dos pré-moldados

9ª Passo: Colocação de todos os pré-moldados e escoramento



10ª Passo: Niveleamento vertical de forma frontal



11ª Passo: Abertura do orifício para colocação das calhas



12ª Passo: Preparação do pré-moldado frontal para colocação do tubo de alumínio



Etapas

II – Etapa de montagem dos pré-moldados

13ª Passo: Colocação do tubo de alumínio



14ª Passo: Preparação das calhas



15ª Passo: Colocação das calhas



16ª Passo: Colocação do tanque para armazenamento de águas pluviais



Etapas

II – Etapa de montagem dos pré-moldados

17ª Passo: Colocação de tubulação



18ª Passo: Colocação do vidro



19ª Passo: Unidade de dessalinizador concluída



Considerações finais

O sistema de dessalinização solar associado ao coletor de águas pluviais apresentado:

- Produz volumes significativos de água doce (cerca de 150 l dia⁻¹ em 9 unidades de 4m²) suficiente para melhorar as condições de segurança hídrica de uma família de agricultores do semiárido brasileiro;
- Tem baixo custo de implantação e manutenção;
- Facilita o acesso à água devido à proximidade da residência dos camponeses;
- É uma tecnologia social facilmente apreendida pelos agricultores de regiões com problema de escassez hídrica;
- Deve ser limpo (retirada de sais acumulados no tanque) com frequência para manutenção de boa quantidade de água produzida.

Equipe técnica*

Franisco José Loureiro Marinho - Doutor em Recursos Naturais

Tayama Rodrigues Uchoa - Especialista em Agroecologia

Saulo Ferreira Leite - Especialista em Agroecologia

Narayana Barrios Marinho - Arquiteta & Urbanista

Lutz Carlos Porto Ottoni - Estudante do Bacharelado em Agroecologia

Wanderley Feilosa - Estudante do Bacharelado em Agroecologia

Ednaldo Florentino da Cruz - Agricultor Experimentador

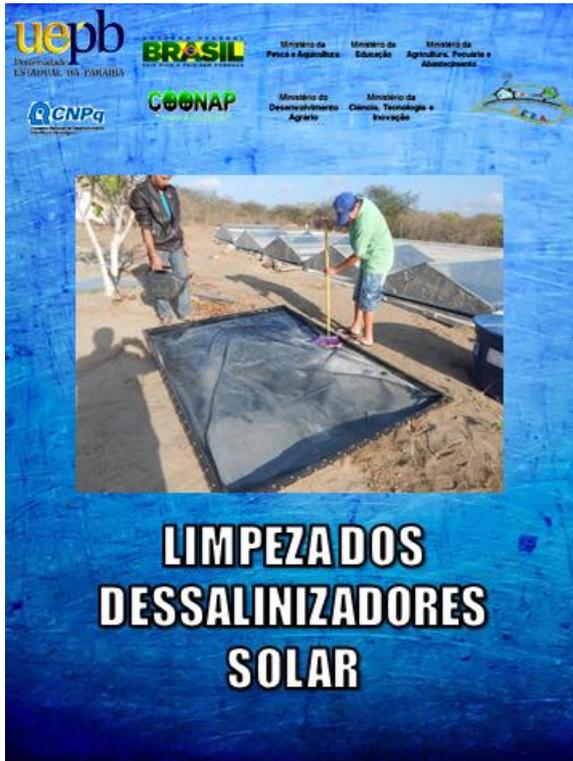
* Projeto: Agroecologia e o diálogo de saberes na Universidade: fortalecendo e consolidando o núcleo de extensão rural agroecológica - NERA em território paraibano. PROCESSO: 48761/2013-10

PARCERIA



ANEXO III

CARTILHA DE LIMPEZA E MANUTENÇÃO



LIMPEZA DOS DESSALINIZADORES SOLAR

Processo necessário para o bom funcionamento do equipamento deve ser realizada pelo menos uma vez por mês com objetivo de retirar os sais acumulados durante o período.

Materiais necessários por a limpeza

	Matérias	Modelo	Qty.
01	Vassoura de casa	Vassoura comum	01
02	Baldes e latas	Baldes 10L	01
03	Caixa d' água	Caixa de 300L	01

Imagens dos materiais necessários por und.

1 – Vassoura comum



2 – Balde de 10L



3 – Caixa D' água de 300L



Etapas

1- Etapa retirada da gaveta do dessalinizador



2 – Etapa limpeza da lona com a vassoura e água



Etapas

3 – Etapa colocar o sal na caixa d' água



4 – Etapa colocar a gaveta limpa dentro do dessalinizador



Considerações finais

Com o passar do tempo e aumento da salinidade no interior dos tanques a produção de água dessalinizada se reduz devido ao aumento da pressão osmótica. Havendo portanto necessidade de limpezas mensais dos equipamentos o que pode ser feito muito facilmente como apresentando nessa cartilha.

Equipe técnica*

Francisco José Loureiro Marinho - Doutor em Recursos Naturais
Tayama Rodrigues Uchoa – Especialista em Agroecologia
Saulo Ferreira Leite – Especialista em Agroecologia
Narayana Barrios Marinho – Arquiteta & Urbanista
Luiz Carlos Porto Otoni – Estudante do Bacharelado em Agroecologia
Wanderley Feitosa – Estudante do Bacharelado em Agroecologia
Ednaldo Florentino da Cruz – Agricultor Experimentador

* Projeto: Agroecologia e o diálogo de saberes na Universidade: fortalecendo e consolidando o núcleo de extensão rural agroecológica – NERA em condições parciais. PROCESSO: 487561/2013-12

Etapas

1- Etapa retirada da gaveta do dessalinizador



2 – Etapa limpeza da lona com a vassoura e água



PARCERIA



ANEXO IV

DIAGRAMA DE FLUXOS

Exemplo dos diagramas de fluxos

- Local do experimento Remígio - Paraíba



Figura 1: Detalhes da lote escolhido para implantação do projeto

DIAGRAMA DE FLUXOS



DIAGRAMA DE FLUXOS



DIAGRAMA DE FLUXOS

