INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CURSO TECNÓLOGO EM GESTÃO AMBIENTAL

CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR USANDO TECNOLOGIAS SOCIOAMBIENTAIS EM MARECHAL DEODORO-AL

THIAGO DOS SANTOS

Marechal Deodoro-AL, 2023

THIAGO DOS SANTOS

CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR USANDO TECNOLOGIAS SOCIOAMBIENTAIS EM MARECHAL DEODORO-AL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, como requisito para obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Mr. Dário Luiz Nicácio Silva

Marechal Deodoro - AL, 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
***Campus* Marechal Deodoro**
Biblioteca Dorival Apratto

S237c

Santos, Thiago dos.

Construção e caracterização de um dessalinizador solar usando tecnologias socioambientais em Marechal Deodoro-AL / Thiago dos Santos. – 2023.

27 f. : il., color.

1,10 megabytes (PDF)

Inclui bibliografia e figuras.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior Tecnológico em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2023.

Orientador: Prof. Me. Dário Luiz Nicácio Silva.

1. Dessalinizador. 2. Eficiência. 3. Tecnologia Social. I. Título. II. Silva, Dário Luiz Nicácio.

CDD: 628.16725

Maria Jôse Nascimento Leite Machado
Bibliotecária – CRB 4/2125

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

THIAGO DOS SANTOS

CONSTRUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR USANDO TECNOLOGIAS SOCIOAMBIENTAIS EM MARECHAL DEODORO-AL

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Marechal Deodoro.

Aprovado em: 27 de abril de 2023.

Banca Examinadora

gov.br Documento assinado digitalmente
DARIO LUIZ NICACIO SILVA
Data: 15/06/2023 11:02:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

(Prof.Msc. Dário Luiz Nicácio Silva, Instituto Federal de Alagoas).

gov.br Documento assinado digitalmente
JOSE APARECIDO DA SILVA GAMA
Data: 16/06/2023 08:53:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

(Prof.Msc. José Aparecido da Silva Gama, Instituto Federal de Alagoas).

gov.br Documento assinado digitalmente
GLAUDISTONE FERREIRA DE ALMEIDA
Data: 15/06/2023 13:11:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

(Prof.Msc. Glaudistone Ferreira de Almeida, Instituto Federal de Alagoas).

AGRADECIMENTO

Deixo expresso minha gratidão primeiramente a Deus, que me guiou por meio dos seus para que eu pudesse estar finalizando mais um desafio com bastante êxito. Em seguida quero agradecer aos melhores pais que eu poderia ter, que me ensinou, educou e me fez trilhar caminhos com base na bondade e sabedoria de boas escolhas. Minha eterna gratidão ao homem e a mulher mais incrível desse planeta, para mim, meus avós Antônio Gomes Dos Santos e Luzinete Santos. Como já dizia Toinho Pescador (meu avô): "escorregar não é cair", e guardando isso para mim, pude enfrentar todos os desafios não deixando que eles me derrubassem.

Quero agradecer aos meus familiares, em especial a Rita de Cassia, Betânia Cristina, Antônio Filho e sua Esposa Benilda, que me ajudaram durante esse meu processo acadêmico e me incentivaram, mesmo que indiretamente, a seguir no curso. Aos meus pais deixo meu agradecimento por estarem me apoiando e acreditando que eu poderia estar finalizando mais um ciclo.

Não posso deixar de agradecer a Maria Carolina Lima Farias, Antônio Bruno Farias, Iza Mayra e Cinthia Fontes, que me incentivaram e me mostraram a importância de seguir na vida acadêmica, minha eterna gratidão. Não posso deixar de citar os professores: Rodrigo Lucena, Dario Nicácio, Geraldo Luiz, Genivaldo Mello (Zeno), Renato Lobo e Fabio Castilho, que acreditaram e confiaram no meu potencial e puderam extrair o melhor de mim. E não menos importante, minhas colegas de curso Laura Assis e Raquel Lins, com quem pude aproveitar momentos incríveis durante nossa jornada final.

Por fim, quero agradecer a pessoa mais importante que pude conhecer no curso durante a minha trajetória, a minha amiga, parceira, minha dupla no curso e mais ainda na vida, a minha NOIVA Ana Karine, sem a sua ajuda, talvez não tivesse sido tão fácil chegar nesse momento.

“Todo carnaval tem seu Fim, e é o fim” - Los Hermanos

RESUMO

A escassez hídrica é um problema que vem preocupando o mundo, tendo em vista que a água é um bem necessário para a sobrevivência de toda vida na terra. O Brasil é um país privilegiado quanto a abundância desse bem, mas a sua má distribuição acabou criando um problema para parte da região Nordeste do país, que sofre com longas secas e chuvas irregulares durante o ano, e que se abastecem de águas de cisternas ou água de poços artesianos. Tendo em vista que essas águas não apresentam potabilidade ideal para consumo devido ao seu nível de salinidade ser elevado, viu-se a necessidade de encontrar soluções que fossem viáveis para os moradores da região semiárida nordestina. Desta maneira, foi construído um dessalinizador solar utilizando materiais oriundos do descarte da construção civil, e feito melhorias para melhorar sua eficiência. O dessalinizador apresentou ótimos resultados quanto ao tratamento da água, reduzindo em mais de 99% dos sólidos totais presente na água, e com eficiência de até 53,33% de água dessalinizada, sendo 32,81% mais eficiente do que os resultados obtidos em um estudo utilizado como referência.

Palavras-chave: Dessalinizador, Eficiência, Tecnologia Social.

ABSTRACT

Water scarcity is a problem that has been worrying the world, considering that water is a necessary good for the survival of all life on earth. Brazil is a privileged country in terms of the abundance of this good, but its poor distribution ended up creating a problem for part of the Northeast region of the country, which suffers from long droughts and irregular rainfall during the year, and which is supplied with water from cisterns or water from artesian wells. Bearing in mind that these waters do not have ideal potability for consumption due to their high salinity level, there was a need to find viable solutions for residents of the northeastern semi-arid region. In this way, a solar desalination plant was built using materials from construction waste, and improvements were made to improve its efficiency. The desalinator presented excellent results regarding water treatment, reducing by more than 99% of the total solids present in the water, and with efficiency of up to 53.33% of desalinated water, being 32.81% more efficient than the results obtained in a study used as a reference.

Keyword: Desalter, Efficiency, Social Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: área de cobertura do semiárido braisileiro.. 13

Figura 2: Modelo de funcionamento da destilação solar. 14

Figura 3: Corte da madeira.....16

Figura 4: Medição para construção da bandeja 16

Figura 5: Multimetro digital ET-2075B.....17

Figura 6: TDS&EC 17

Figura 7: pH - 001(1)A 17

Figura 8: Imagem dessalinizador bilateral convencional.....18

Figura 9: Imagem dessalinizador bilateral com placas refletoras 18

Figuras 10 e 11: Vazamento na parede interna e externa por onde passam as mangueiras....20

Figuras 12 e 13: Correção do vazamento utilizando cola durepox 20

Figura 14: Dados coletados da amostra 1 sem as placas refletoras de energia solar, com 3000 mL de água salgada.....21

Figura 15: Dados coletados da amostra 2 com as placas refletoras de energia solar, com 3000 mL de água salgada.....21

Figura 16: Dados coletados da amostra 3 sem as placas refletoras de energia solar, com 1500ml de água salgada. 22

Figura 17: Dados coletados da amostra 4 com as placas refletoras de energia solar, com 1500 mL de água salgada.....22

Figura 18: Dados comparativos do desempenho das amostras 1 e 3 sem as placas refletoras de energia solar. 23

Figura 19: Dados comparativos das amostras 2 e 4 com as placas refletoras de energia solar. 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais recolhidos do descarte de resíduos da construção civil.. 15

Tabela 2: Materiais comprados para a montagem do dessalinizador solar 15

Tabela 3: Dados da análise da água posteriormente ao processo de dessalinização 19

Tabela 4: Dados da análise da água após o processo de dessalinização 19

Tabela 5: dados de eficiência do dessalinizador solar por ml coletado após o processo.....24

LISTA DE SIGLAS

TS -	Tecnologia Social
ONG'S -	Órgãos Não Governamentais
TDS -	Sólidos Dissolvidos Totais
EC -	Elétro Condutância
pH -	Potencial Hidrogeniônico
ITS -	Instituto de Tecnologias Sociais
TC -	Tecnologia Convencional
IS -	Inclusão Social
ANA -	Agência Nacional das Águas
INSA -	Segundo o Instituto Nacional do Semiárido
IUV -	Incidência de Radiação Ultravioleta
E -	Eficiência
V_c -	Volume Coletado
V_{iI} -	Volume Inicial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 12

2.1. Tecnologias Sociais 12

2.2. Escassez Hídrica 12

2.4. Dessalinizador Solar 14

3. MATERIAIS E MÉTODOS 15

3.1. Materiais utilizados 15

3.2. Montagem do dessalinizador 15

3.3. Análises do processo de dessalinização 16

3.4. Testes de melhorias 17

3.5. Cálculo de desempenho 18

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 19

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 25

6. REFERÊNCIAS 26

1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é uma realidade no mundo devido às mudanças climáticas atuais. As regiões do semiárido brasileiro têm sofrido cada vez mais com os impactos causados por essas mudanças, que contribui ainda mais com as chuvas irregulares no nordeste brasileiro.

Os impactos sociais oriundos das secas, cada vez mais prolongadas, têm se agravado de modo que o acesso à água para irrigação, consumo animal e humano acabam sendo mais escassos para os moradores dessas regiões. Com o aquecimento global, o índice de evapotranspiração tende a aumentar, tornando a vida dos sertanejos cada vez mais difícil.

Para minimizar esses impactos socioambientais, são criadas Tecnologias Sociais (TS ‘s), com o intuito de mudar a realidade de vida das pessoas que vivem nessas situações. Desta maneira, o poder público, as universidades e Órgãos Não Governamentais (ONG ‘s) têm buscado junto com as comunidades do sertão, criar tecnologias acessíveis a essas pessoas, com baixo custo de construção, manutenção e operação.

Das tecnologias criadas, a que melhor apresenta solução para o problema da qualidade da água de poços e cisternas é a da dessalinização solar, que consiste no processo evaporação e condensação da água, a partir de um sistema que simula o processo do ciclo da água, onde a água é aquecida, evapora e condensa. Essa tecnologia é considerada uma energia renovável, pois depende apenas da energia solar para seu funcionamento. Devido ao alto grau de incidência solar e sua constância no semiárido, essa tecnologia tem um potencial de eficiência considerável, tornando-a ideal.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo construir um dessalinizador solar utilizando materiais de fácil acessibilidade e medir sua eficiência de dessalinização/purificação da água salobra/salina. O dessalinizador solar foi construído utilizando, em sua maior parte, materiais recicláveis oriundos da construção civil. Foram feitas análises físico-químicas, como análise de Sólidos Dissolvidos Totais (TDS), Eletro Condutância (EC) Potencial hidrogeniônico (pH), para saber qual o potencial do sistema de dessalinização solar na purificação da água salina. Junto a essas medições foram feitos os monitoramentos da temperatura do vidro e da água. Foram feitas melhorias no dessalinizador durante o experimento, e foi analisada a eficiência de produção de água dessalinizada no final do processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Tecnologias Sociais

Em um artigo publicado pelo site Tecnologia Social (c2023), “a tecnologia pode ser

classificada como social quando se propõe a atuar sobre um problema social". Diante disso, as tecnologias sociais (TS) têm o propósito de resolver problemas reais visando as necessidades da sociedade, com o foco na acessibilidade aos recursos, e que sejam economicamente viáveis, tendo em vista que essas tecnologias não visem a sua produção em prol do capital, mas sim na solução dos problemas da sociedade, que em sua maior parte é formado por pessoas humildes e sem acesso a algum recurso natural ou não natural.

O autor Vemado (2019) cita em seu artigo publicado no site Altrus, um conceito criado pelo Instituto de Tecnologias Sociais (ITS), em que diz conceitua as TS como uma diversidade de técnicas e metodologias que transformam, e que junto a população desenvolvem e aplicam ideias que apresentem soluções para a inclusão social e proporcione melhoria das condições de vida.

A TS vai no sentido contrário ao modelo de produção das Tecnologias Convencionais (TC), que valorizam a mão-de-obra, o alto consumo de insumos externos, a degradação do meio ambiente e a não valorização do potencial local e cultural, gerando assim uma dependência desse modelo de tecnologia (ALMEIDA, 2010). O autor ainda complementa que a TS busca ir além da ideia do artefato e se sustenta no contexto em que o sujeito vive para transformar aquela realidade

As instituições públicas de ensino têm um papel muito importante na divulgação e na construção dessas TS, por meio da pesquisa, extensão e ensino. As autoras Silva e Ferreira (2015), tratam sobre a importância da extensão universitária na construção do saber, não só o acadêmico como o saber popular, tendo assim como ponto chave a troca do conhecimento, que possibilita a Inclusão Social (IS) no desenvolvimento de novas tecnologias.

As TS's são ferramentas construídas entre a interação participativa do social mais o público/privado, com uma educação mais contextualizada e uma economia solidária e participativa (BARROS; SILVA & DIÓGENES, 2021).

2.2. Escassez Hídrica e o Semiárido Brasileiro

A superfície do planeta terra é coberta por 75% de água, que é divida em duas categorias: água doce, que representa 3% e água salgada que representa em sua totalidade 72% (BIMESTRE *et al.*, 2019). De acordo com Viana *et al.* (2018), apenas 0,3% da água doce estão presentes em rios e lagos. Segundo um documento publicado no ano de 2012, pela Agência Nacional das Águas (ANA), o Brasil detém 12% da água doce do planeta, o que acaba se tornando um país privilegiado. Embora detenha um percentual considerável, essa água não é bem distribuída no território nacional, onde, segundo artigo publicado por Pena (c2023), no site do "Mundo da Educação", cerca de 70% de sua totalidade se concentra na região Norte

brasileira, 3,3% na região Nordeste, 15,7% no Centro-oeste, 6% Sudeste e 6,5% no Sul.

Devido ao crescimento populacional, que desencadeia o crescimento urbano, a exigência por uma demanda maior por esse recurso natural tem crescido cada vez mais. De acordo com dados do Índice de Qualidade das Águas de 2010, 6% da água estão em ótima qualidade, 75% estão em boa qualidade, e 19% entre regular e péssima (ANA, 2012).

De acordo com os dados da ANA (2012), é fácil observar que a região Nordeste é a que menos possui recurso hídrico em todo o Brasil, desencadeando difícil acesso à água para uma parte da população nordestina. Além da presença de poucos rios e lagos, grande parte da região do Nordeste sofre com a falta de chuvas, que contribui com a seca e a improdutividade agrária e pecuária.

De acordo com Cardoso *et al* (2020), os dados da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) apresenta que essa região possui uma área de 1.128.697 km^2, ocupando aproximadamente 12% do território do país, com cerca de 27.870.241 habitantes vivendo nessa região.

FIGURA 1: área de cobertura do semiárido braisileiro.

Segundo o Instituto Nacional do Semiárido (INSA, c2023), uma das principais características do semiárido é o clima seco. Embora o nosso semiárido seja o mais chuvoso do mundo, com pluviosidade média anual de 800mm, isso não o difere muito das outras regiões semiáridas no planeta, devido ao alto grau de evapotranspiração do solo e elevadas temperaturas (CARDOSO *et al*, 2020).

Devido ao clima seco e o difícil acesso a rios e lagos, algumas das alternativas de acesso a água de “qualidade” é através da criação de cisternas - para armazenamento da água da chuva;

poços - água subterrânea. Esses modos de captação acabam trazendo alguns problemas, pois são recursos inadequados para consumo, assim trazendo alguns problemas de saúde para a população dessa região. Os problemas com contaminação são maiores em regiões rurais, devido à presença de agrotóxicos, fertilizantes, esgotos domésticos e excrementos de animais (BRITO, 2020).

2.3. Dessalinizador Solar

O dessalinizador solar é uma tecnologia de funcionalidade muito simples e tem como base os princípios físicos de mudança de estado da água, simulando o modelo do ciclo hidrológico, em que a energia solar aquece a água que mudará do estado líquido para o de vapor que em seguida esse vapor se condensa e retorna na forma de chuva. Podemos observar na figura 1 uma representação simplificada de um sistema de destilação solar (CARVALHO e GUERRA 2020).

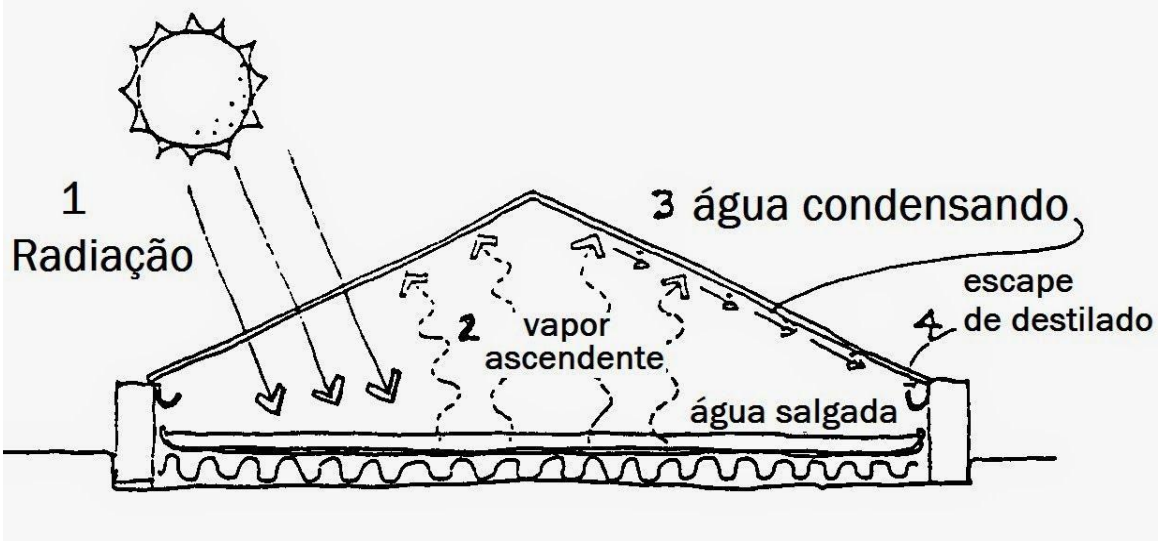

Figura 2: Modelo de funcionamento da destilação solar.
Fonte: http://noticias-alternativas.blogspot.com.br/2014/07/faca-seu-proprio-dessalinizador-e.htm

Embora seja uma tecnologia simples, o destilador solar é bastante eficaz no tratamento de água salobra. Segundo Cardoso *et al* (2020), a destilação solar produz uma água com grau de pureza maior do que as águas comerciais engarrafadas.

Por ser uma tecnologia social de fácil acesso devido a sua construção simples e baixo custo de manutenção, a destilação traz benefícios, como: socioeconômicos, ambientais e sustentabilidade (BIMESTRE, 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais utilizados

Para a construção do dessalinizador foram utilizados materiais oriundos do descarte de resíduos sólidos da construção civil. Foram utilizados também materiais para montagem, que precisaram ser comprados. Um dos principais componentes para a montagem do dessalinizador também precisou ser comprado por ser difícil de encontrar, como foi o caso da placa de vidro. Abaixo podemos visualizar as tabelas 1 e 2 com a lista de materiais utilizados.

Quantidade	Materiais	Descrição
2	Ripa	300x5x1,5 cm
2	Tábua	300x24x2 cm
6	Pallet	100x6,5 cm
1	Folha de alumínio	100x150 cm
1	Lona de plástico	100x200 cm
1	Cabo de vassoura	150 cm
1	Papelão	-

TABELA 1: Materiais recolhidos do descarte de resíduos da construção civil.

Quantidade	Materiais	Descrição	Preço
2	Vidro	80x36,5x02 cm	R$200,00
32	Parafuso	5x0,4 cm	R$9,60
8	Parafuso	3x0,4 cm	R$1,6
4	Dobradiça	7,5x5 cm	R$20,00
2	Cola de silicone Tek Bond	280 g	R$64,00
1	Protetor solar de parabrisa de carro	-	R$15,00

TABELA 2: Materiais comprados para a montagem do dessalinizador solar

Para realizar os cortes e posteriormente a montagem, foram utilizados equipamentos manuais e elétricos como: trena, furadeira-parafusadeira, serra tico-tico, makita e chave de fenda disponíveis no laboratório Lab Maker Marechal.

3.2. Montagem do dessalinizador

Para a montagem do dessalinizador, foram feitas as medições dos materiais para ter um melhor aproveitamento com menor descarte de material. Utilizamos o modelo de dessalinizador

de declive duplo. Segundo Viana *et al* (2018), esse modelo tem um melhor desempenho por ter uma área maior para a captação de raios solares, quando comparado com o modelo de declive único. Outro fator importante descrito pelo autor é o fato de boa parte da região do Brasil estar na faixa de maior incidência solar, o que beneficia a tecnologia e o modelo de declive duplo.

FIGURAS 3 e 4: imagens das etapas de montagem do dessalinizador solar. Na sequência das imagens temos o corte da madeira e a medição para a construção da bandeja e da estrutura do dessalinizador.

A bandeja do dessalinizador tem suas medidas de 48x73 cm, com área de 3504 cm^2 e um volume de 106 mm^3. A sua estrutura tem 79cm de comprimento, 56cm de largura e 51,5cm de altura. O ângulo de inclinação dos vidros é de 45º, o que possibilita melhor aproveitamento de energia solar durante o dia, diferente do modelo de declive único em que há uma perda maior de energia. Outro fator importante é a espessura da cobertura de vidro, segundo Viana *et al.* (2018), a espessura do vidro de 3mm possui uma eficiência de até 15% quando relacionado com incidência, refração e retenção de parte dos raios solares.

3.3. Análises do processo de dessalinização

Foram medidos parâmetros físico-químicos, como temperatura, volume, pH, TDS e EC. Mediu-se a temperatura do vidro e da água da bandeja com o Multímetro Digital ET-2075B da marca Minipa com sensor de temperatura termopar. Foi feito também o acompanhamento do índice de Incidência de Radiação Ultravioleta (IUV), utilizando o *App* Índice UV. Para análises das quatro amostras de água foram utilizados os equipamentos TDS&EC meter (hold) e o medidor de pH - 009(l)A. Essas análises da água ocorreram anteriormente e posteriormente ao processo de dessalinização. Para identificar a eficiência, foram medidos o volume inicial (V_i) e o volume final (V_f). Essa metodologia para as análises, utilizou como base os trabalhos de Cardoso *et al* (2020) e Brito *et al* (2020). Nas figuras a seguir, podemos ver imagens dos aparelhos utilizados para a medição dos parâmetros físico-químicos.

As análises foram realizadas em dias escolhidos ao acaso, utilizando como referência os dias mais ensolarados, iniciando das 08:00 até as 14:00 horas. O intervalo para cada medição de temperatura foi a cada 1 hora.

FIGURAS 5, 6 e 7: imagens dos equipamentos utilizados para medição da salinidade e acidez da água. Segue respectivamente na ordem das imagens os equipamentos: Multímetro Digital ET-2075B; TDS&EC; pH - 009(l)A

3.4. Testes de melhorias

Primeiro foi utilizado o modelo convencional do dessalinizador solar bilateral. Para a segunda análise utilizou-se duas orelhas com folhas de alumínio - construídas com ripas de paletes, sombreiro de parabrisa de carro e papelão - com o intuito de aproveitar uma maior quantidade de raios solares que passavam pelas laterais, aumentando o índice de radiação solar na cobertura de vidro. Para a terceira análise foi feito um teste com um volume menor de água, com o intuito de observar qual seria o desempenho do dessalinizador. Nas figuras 6 e 7 podemos ver os diferentes modelos de dessalinizador testados.

FIGURA 8: imagem do dessalinizador solar bilateral convencional.

FIGURA 9: imagem do dessalinizador solar bilateral com as placas refletoras.

3.5. Cálculo de desempenho

Para analisar o desempenho dos dois modelos de dessalinização, utilizou-se o cálculo de eficiência representado com a expressão a seguir:

$$\square = \frac{\square\square}{\square\square} * 100\%$$

Onde:

E = eficiência relativa [%]

Vc = volume coletado [ml]

Vi = volume inicial [ml]

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O dessalinizador solar apresentou ótimos resultados durante o processo de dessalinização, mostrando-se muito eficiente quanto à redução de sólidos totais presente na água, com eficiência acima dos 99%, tornando a água potável. A tabela abaixo mostra os resultados da água dessalinizada, com uma mudança significativa de água salgada para água doce. Seguem abaixo as tabelas 3 e 4 com valores anteriores e posteriores das análises.

Amostras	TDS	EC	pH
A3	4215	8442	4,7
A4	4393	8786	5

TABELA 3: dados da análise da água anterior ao processo de dessalinização

Amostras	TDS	EC	pH	SDT final (%)
A3	19	38	7,3	0,45
A4	35	72	6,9	0,79

TABELA 4: dados da análise da água após o processo de dessalinização

Nas amostras 1 e 2 não foi possível fazer a análise posterior devido a um problema de vazamento na parte interna e externa da parede por onde passam as mangueiras. O problema foi identificado na primeira amostra. Foi feito uma manutenção, mas o problema persistiu devido a vedação com a cola de silicone utilizada não ter suportado a temperatura ambiente do dessalinizador. Nas amostras 3 e 4, a correção do vazamento ocorreu com a vedação utilizando Durepox, tendo sido corrigido o problema. Seguem abaixo as figuras com as imagens 8 e 9 do vazamento nas calhas e as imagens 10 e 11 da correção com a cola Durepox.

FIGURA 10 e 11: Vazamento na parede interna e externa por onde passam as mangueiras.

FIGURAS 12 e 13: Correção doazamento utilizando cola Durepox.

Quanto às análises de desempenho do dessalinizador, tivemos resultados próximos ao do trabalho de Viana *et al* (2018), que utiliza o modelo de dessalinizador com dupla inclinação, e ao trabalho de Carvalho e Guerra, que utilizam o modelo de dessalinizador no formato piramidal, sendo as principais referência para análise dos dados. Os resultados obtidos com os processos de dessalinização utilizando placas refletoras (com folha de alumínio), quando comparados com o dessalinizador convencional bilateral sem as placas, apresentou melhor resultado no volume final de água dessalinizada, aumentando sua eficiência, como já era de se esperar. Nos gráficos a seguir, podemos observar que as placas refletoras melhoraram o desempenho do dessalinizador, quando comparado os resultados dos dois métodos, isso devido a capacidade de refletir a energia solar que passa ao redor do dessalinizador para a cobertura. Seguem abaixo os gráficos dos resultados das análises com volume inicial de 3000mL

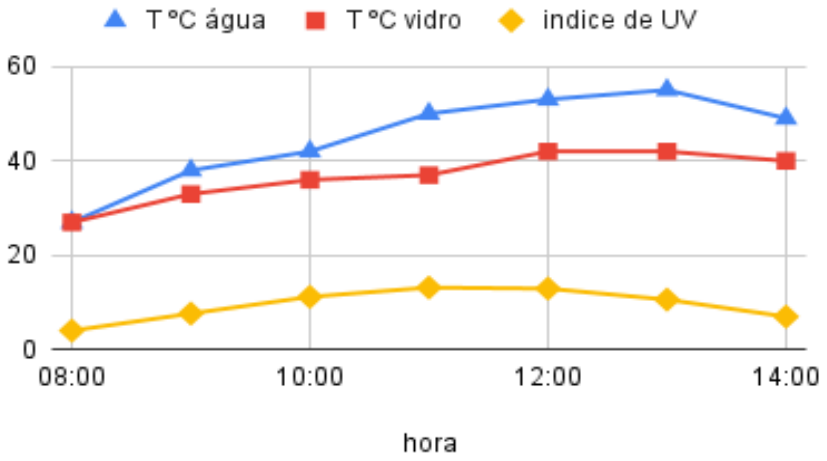

FIGURA 14: dados coletados da amostra 1 sem as placas refletoras de energia solar, com 3000 mL de água salgada

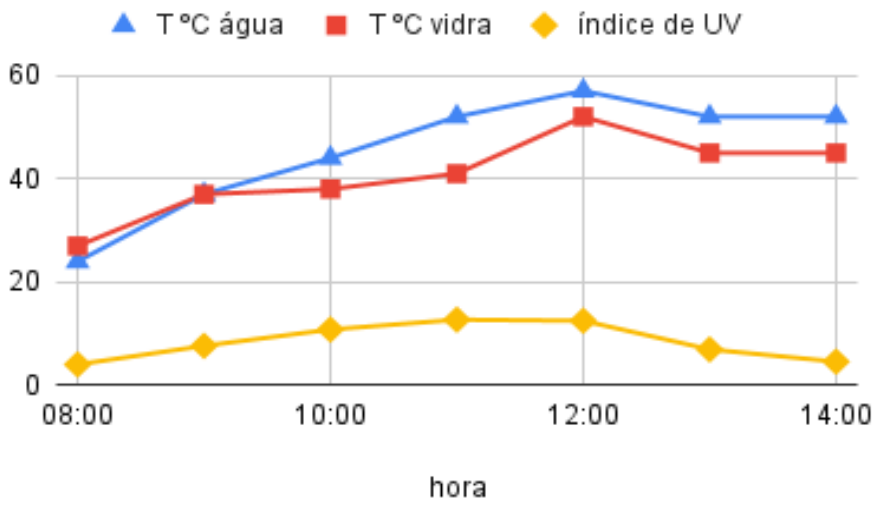

FIGURA 15: dados coletados da amostra 2 com as placas refletoras de energia solar, com 3000 mL de água salgada

Observando o gráfico das figuras acima, é possível perceber que as placas solares aceleram o aquecimento, da água e do vidro, e mesmo após o pico de aquecimento e com a baixa na IUV, ele manteve a água e a cobertura a uma temperatura de 52ºC e 42ºC respectivamente.

Nas amostras 3 e 4 foi adicionado à bandeja apenas 1500ml de água, e foi possível observar que o dessalinizador apresentou melhores resultados no aquecimento da água, corroborando com o que Jorge (2011) e Maluf (2005) afirmaram, que quanto menor a profundidade menor será o tempo de aquecimento. Dessa maneira, é possível ver que profundidade e rendimento são inversamente proporcionais (Carvalho, 2020). Nos gráficos das figuras a seguir, é possível ver um aumento no aquecimento da água e da cobertura do dessalinizador com as placas refletoras e sem as placas refletoras..

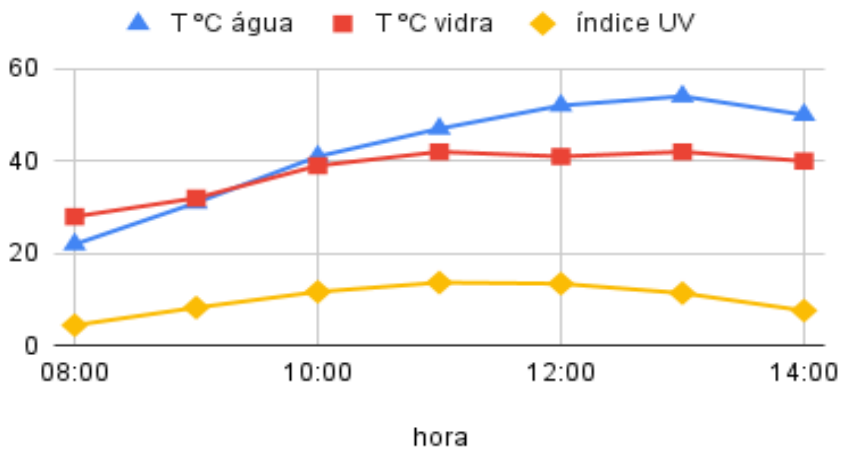

FIGURA 16: dados coletados da amostra 3 sem as placas refletoras de energia solar, com 1500ml de água salgada.

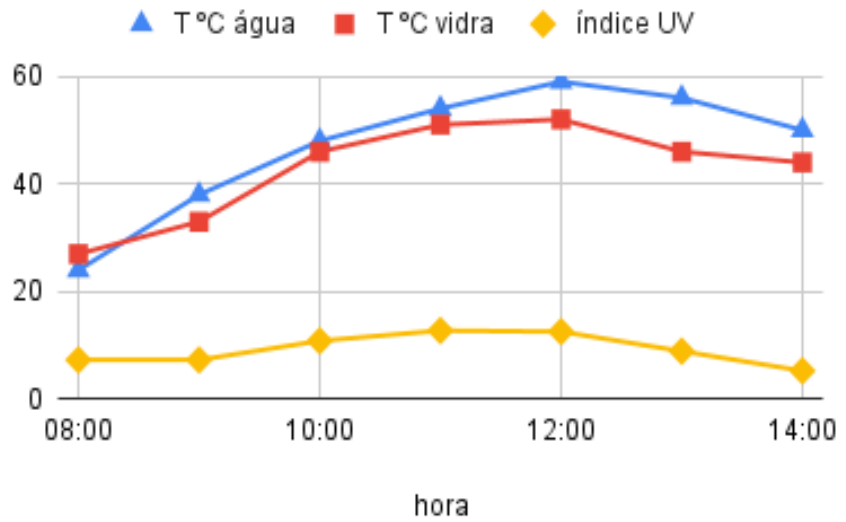

FIGURA 17: dados coletados da amostra 4 com as placas refletoras de energia solar, com 1500 mL de água salgada.

Nos gráficos das figuras a seguir, são feitas as comparações dos dados da A1 com a A3, em que não foram utilizadas as placas refletoras, e os dados coletados da A2 com a A4. Dessa maneira, fica mais claro observar quanto o volume de água influencia na eficiência de dessalinização

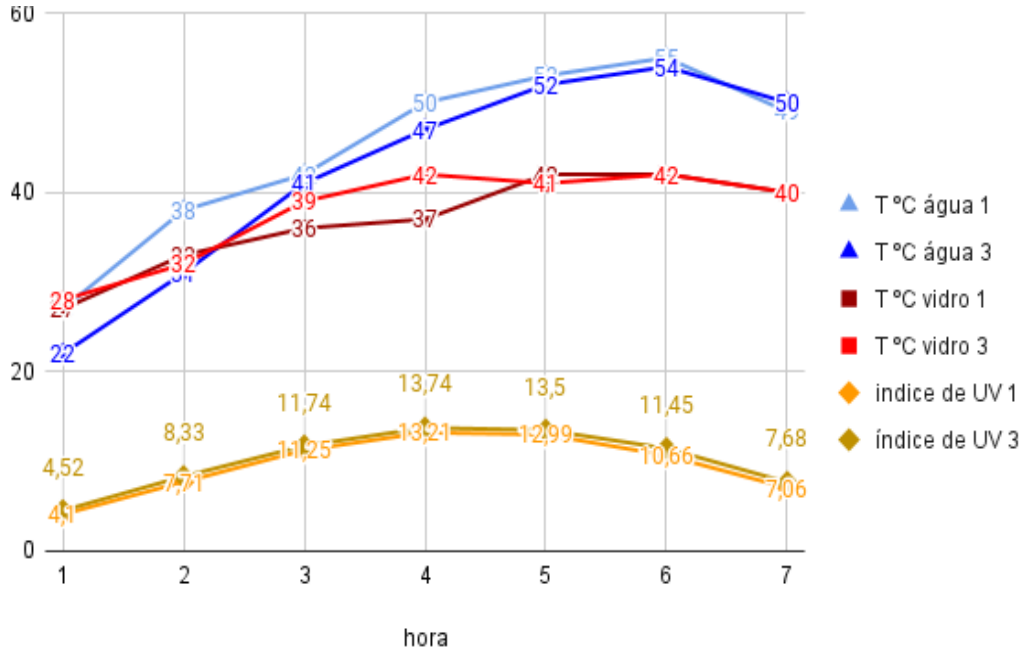

FIGURA 18: dados comparativos do desempenho das amostras 1 e 3 sem as placas refletoras de energia solar.

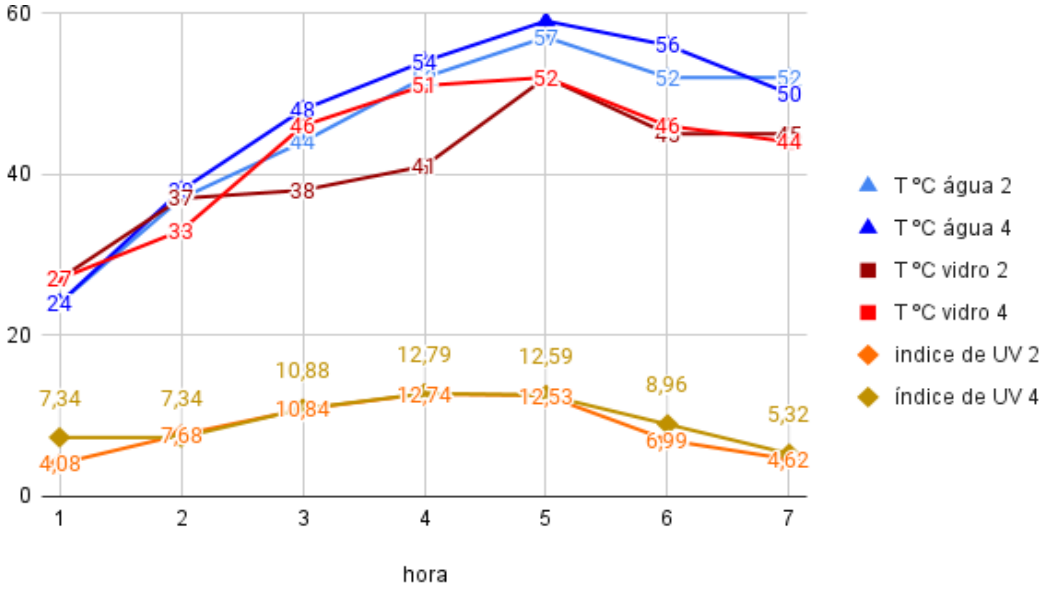

FIGURA 19: dados comparativos das amostras 2 e 4 com as placas refletoras de energia solar.

Devido aos problemas ocorridos nas amostras 1 e 2, não foi possível obter dados reais quanto ao volume final de água dessalinizada, tendo em vista que parte da água dessalinizada escoou na parte interna, tendo parte retornado para a bandeja. Para poder obter dados referente ao volume final, foi medido o volume final de dentro da bandeja. Nas amostras 3 e 4 foi possível medir o volume final com a água dessalinizada, mas para obter resultados mais coerentes com as amostras 1 e 2 utilizou-se o mesmo método de medição. Vale ressaltar, que o volume coletado da A1 e da A2 são valores aproximados, e que mesmo com o vazamento da calha para dentro da bandeja, devido ao problema de vazamento interno do dessalinizador, o resultado não se altera de forma que possa impactar significativamente, já que o vazamento se deu em seu maior

volume na parte externa do protótipo e o volume de água tratada não chega a ser tão elevado. Abaixo segue tabela 5 com os resultados obtidos com base na equação utilizada por Viana *et al* (2018).

Amostra	Volume inicial (ml)	Volume Final (ml)	Eficiência
A1	3000	2450	18,33%
A2	3000	2350	21%
A3	1500	950	20%
A4	1500	700	53,33%

TABELA 5: dados de eficiência do dessalinizador solar por ml coletado após o processo.

Com base nos dados obtidos por Viana *et al* (2018), em que a eficiência de seu dessalinizador ficou na faixa entre 16,67% e 36,67% utilizando o volume de 3000 ml, o protótipo apresentado neste trabalho obteve resultados dentro do que se era esperado. Vale ressaltar, que a área do dessalinizador utilizado pelo autor citado era de $1m^2$, o que possibilita uma lâmina d'água menor, já que quanto maior a área menor é a lâmina d'água para um mesmo volume adicionado. O mesmo ainda apresenta dados de Narayana e Raju (2018), onde foi utilizado um dessalinizador de queda única, no qual a água passou por um aquecimento prévio e obteve eficiência de 15,02%. Dessa maneira, o trabalho confirma que o dessalinizador bilateral é a melhor opção.

Nas amostras com o volume inicial de 3000 ml, podemos ver que a eficiência do dessalinizador da A2 (com as placas), foi 2,67% mais eficiente. Esse resultado pode ter sido um pouco maior, pois já foi visto que as placas melhora significamente o desempenho do dessalinizador, e o volume coletado é um valor aproximado. Nas amostras com volume inicial de 1500 ml, a eficiência da A4 (com as placas), foi muito maior, sendo 33,33% mais eficiente do que a A3. A quarta amostra apresentou um desempenho 16,66% maior do que o dessalinizador utilizado por Viana *et al* (2018), e 32,81% maior quando comparado ao dessalinizador de queda única utilizado por Narayana e Raju (2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dessalinizador solar comprovou ser uma tecnologia cada vez mais viável para regiões que sofrem com problemas hídricos, como as populações que vivem nas regiões semiáridas. E neste estudo, buscou-se avaliar o desempenho do protótipo com a implementação de melhorias e testes que buscaram aumentar a eficiência dessa tecnologia.

A implementação das placas refletoras contribuiu de forma positiva para o aumento de água dessalinizada coletada. Junto a isso, pôde-se comprovar que a lâmina d'água é um fator importante para melhorar o desempenho do dessalinizador, já que o baixo volume de água faz com que ela aqueça mais rápido e alcance um pico maior de temperatura. Os resultados coletados da A4 foram animadoras, apresentando uma eficiência de 53,33%, uma eficiência 35% maior do que a A1, 16,33% maior do que o protótipo do autor Viana *et al* (2018), trabalho utilizado como referência para análise de dados.

O protótipo ainda necessita de melhorias para que se possa ter uma maior eficiência, como: uma melhor vedação na entrada da bandeja; impedir que a energia solar atinja as calhas e evapore a água dessalinizada, reduzindo assim o volume final de água dessalinizada; aumento do ângulo da queda d'água na calha, para que assim evite a perda da água dessalinizada por evaporação; a criação de um sistema que possa manter a bandeja do dessalinizador sempre cheio e no mesmo nível; e criar uma maneira de impedir que parte da energia dentro do dessalinizador não se perca nas paredes, e nem que a água evaporada seja perdida.

O protótipo teve um custo benefício considerado bom, já que parte dos materiais foram reaproveitados. Mesmo que esses materiais coletados fossem comprados, o custo benefício ainda assim seriam considerados baixo, mas o intuito foi mostrar que é possível reaproveitar o que consideramos descartável, e até criar tecnologias que possam resolver problemas reais da sociedade.

Por esse motivo, o desenvolvimento de tecnologias e melhorias com baixo custo trará mais benefícios às populações, principalmente as sertanejas, como são conhecidos os habitantes da região central do Nordeste, que sofrem com a escassez hídrica devido ao baixo nível de chuvas, e dependem quase que exclusivamente de água de poços, com um nível de salinidade considerado elevado para consumo.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012.** Ed. Especial. -- Brasília : ANA, 2012. 215 p.

ALMEIDA, AS. Contribuição da extensão universitária para o desenvolvimento de tecnologias sociais crônicas. *In*: REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Tecnologia social e desenvolvimento sustentável:** contribuições da RTS para a formulação de uma política de ciência, tecnologia e inovação. RTS. Brasília: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010. p. 9-15.

BARROS, SKM; SILVA, MRF; DIÓGENES, CSR. As tecnologias sociais sustentáveis no município de Tabuleiro do Norte (CE): uma nova relação com o semiárido. Campo-território: geografia agrária, v. 16, n. 41, 268,290, agosto, 2021.

BIMESTRE, TA et al. (EDS.). **Desenvolvimento de um protótipo de dessalinizador solar para um residencial e pequenas empresas.** [sl] Educamazônia, 2019. v. 23

VEMADO, I. **O que é uma startup de tecnologia social?**. Altrus, 2019. Disponível em: <<https://www.sejaaltrus.com.br/post/o-que-e-uma-startup-de-tecnologia-social>>. Acesso em: 04/03/2023.

BRITO, YJV DE et al. (EDS.). **Estudo experimental de dessalinizador solar do tipo bandeja com dupla inclinação para potabilização da água no semiárido paraibano.** Águas Subterrâneas, v. 34, n. 2, p. 156 - 165, 2020

CARDOSO, MKB et al. (EDS.). **Dessalinizador solar do tipo cascata aplicado em poços artesianos no interior da Paraíba.** Águas Subterrâneas, v. 34, n. 2, p. 134 - 142, 2020.

CARVALHO, BS; GUERRA, FKOM. Dessalinização solar com cobertura piramidal: aperfeiçoamento e análise térmica. 2020. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 2, n. 1, p. 134-143, 2020.

INSA. Semiárido brasileiro. Gov.br [s.d]. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 05/03/2023

JORGE, BMJ **Simulação de processos de destilação solar de água salgada.** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

MALUF, AP. Destiladores solares no brasil. Monografia do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras do Curso de Pós-Graduação. UFLA, MG, 2005.

NARAYANA R.L., RAJU V.R. Experimental study on performance of passive and active solar stills in Indian Coastal climatic condition, V. Front. Energy (2018). https://doi.org/10.1007/s11708-018-0536-4.

PENA , RFA. **Distribuição da água doce no Brasil.** Mundo da Educação, [s.d]. Disponível em: <<Distribuição da água no Brasil - Mundo Educação (uol.com.br)>>. Acesso em 04/03/2023.

SILVIA, BC; FERREIRA, S. Tecnologias sociais no modelo de extensão universitária em Portugal:: a emergência das incubadoras sociais.. **Tecnologias sociais**, Curitiba, p. 24, 2015.

TECNOLOGIA SOCIAL. **O que são tecnologias sociais?** Tecnologia social, [s.d]. Disponível em: <<tecnologiasocial.sites.uff.br/o-que-sao-tecnologias-sociais/>>. Acesso em: 05/03/2023.

VIANA et al. **Estudo de um dessalinizador solar de água visando aplicações na área de tecnologia social.** in SIMPROD nº 10, 2018, São Cristóvão. Sustentabilidade e Meio Ambiente. p. 578 - 586.