

I-045 – AVALIAÇÃO DE UM DESTILADOR SOLAR SIMPLIFICADO DE BAIXO CUSTO VISANDO O CONSUMO HUMANO

Germário Marcos Araújo⁽¹⁾

Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* Fortaleza.

Luiza Bruna Matos Damasceno⁽²⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental

Endereço⁽²⁾: Rua Beta, 188 – Vila velha – Fortaleza-CE - CEP: 60349-130 - Brasil - Tel: (85) 9.9962-4202 - e-mail: l.brunamd@outlook.com

RESUMO

Diante da disponibilidade hídrica limitada e irregular do semiárido, as comunidades rurais mais afastadas geralmente obtêm água por meio de alternativas que normalmente fornecem recursos hídricos com elevados níveis de sais dissolvidos ou até mesmo com a presença de contaminantes. Considerando tal realidade este estudo apresenta a destilação solar como uma solução de baixo custo, fácil manuseio e que a utiliza como fonte de energia gratuita e inesgotável. Os objetivos do trabalho foram de avaliar a produção diária no sistema diante da adoção de britas basálticas, tinta preta fosca e papel filme. Também foi avaliada a eficiência do destilador solar simplificado na remoção de sais dissolvidos e de microrganismo do grupo coliforme, além de comparar os resultados a Portaria nº2914/11 objetivando o consumo humano. Os parâmetros observados foram: Sólidos Dissolvidos Totais, pH, Temperatura, Cloretos, Dureza total, Coliformes totais e termotolerantes. Foi possível produzir no processo de destilação até 300 ml de água tratada por dia onde estiveram presentes as britas basálticas, a tinta preta fosca e o papel filme, demonstrando uma eficiência de até 64% em relação a experimentos onde os materiais mencionados estavam ausentes. Em relação à remoção de Sólidos Dissolvidos Totais, Cloreto e Dureza Total a eficiência obtida foi de: 99,54%, 99,73% e 99,41, respectivamente. Em relação à remoção de microrganismos percebeu-se a eficiência do sistema, pois nas amostras coletadas havia presença de coliformes totais e verificou-se a ausência dos mesmos após o tratamento. Conclui-se que o destilador solar apresentou uma relevante produção diária de destilado, necessitando de melhorias para maiores resultados. O sistema também se revelou eficiente tanto na remoção de sais como na remoção de microrganismos em comparação com outros trabalhos e constatou-se que a amostra de água tratada apresentava-se de acordo com a Portaria nº 2914 devendo apenas adequar o pH e equilibrar a quantidade de sólidos dissolvidos para que se obtenha uma água própria para o consumo e livre de danos à saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez hídrica, tratamento de água, Destilação solar.

INTRODUÇÃO

A água apresenta-se como um elemento natural essencial à conservação e manutenção da vida na Terra. Segundo a Agência Nacional das Águas - ANA (2009), apesar de o Planeta possuir grande parte de sua superfície coberta por tal recurso, apenas 0,5% destes adequam-se à classificação de água doce e encontram-se disponíveis para atender às necessidades humanas e dos ecossistemas. Além disso, a grande demanda hídrica em razão do crescimento populacional, as deficiências na gestão e as intervenções antrópicas como desperdícios e poluição atuam como fatores que reduzem ainda mais a disponibilidade dos recursos hídricos.

Em adição a isto, é necessário ressaltar também que a distribuição das águas no planeta não está disposta de maneira uniforme, o que ocasiona abundância em determinadas regiões e escassez em outras. Particularmente, o Semiárido nordestino apresenta-se como uma das áreas que sofre frequentemente com a disponibilidade hídrica limitada e irregular da região. Essa realidade apresenta-se como resultado das características específicas da porção semiárida, tais como: elevados níveis de evaporação, baixa precipitação e rios geralmente intermitentes, além de apresentar em sua maioria, a disposição de solos de embasamento cristalino.

Em razão disso, as comunidades mais afastadas residentes nas áreas de escassez hídrica que não possuem o acesso à água de boa qualidade encontram como alternativa a perfuração de poços. Tais fontes geralmente fornecem, devido às peculiaridades da região, recursos hídricos com elevados níveis de sais dissolvidos e até mesmo com a presença de contaminantes biológicos que podem ocasionar diversos danos à saúde.

Inserido nesse contexto, a recorrente busca pelo desenvolvimento de tecnologias sustentáveis que propiciem água de qualidade, utilizem energias limpas, exijam baixos custos e que atendam à demanda das populações têm sido cada vez mais estudadas. Desse modo, a destilação solar apresenta-se como uma alternativa econômica e ambientalmente viável na produção de água potável, pois possui simples operação e em determinados casos apresenta fácil remoção podendo ser utilizada em diversos locais com escassez hídrica. Além disso, esse tipo de destilação utiliza essencialmente a radiação solar para seu funcionamento, uma fonte de energia gratuita e inesgotável.

Diante do exposto, a presente pesquisa experimental possui por objeto de estudo a avaliação de um destilador solar simples quanto ao volume diário produzido, a eliminação de microrganismos patogênicos e a remoção de sais dissolvidos na água produzida. É observado também o comportamento do sistema quando inserido britas basálticas, tinta preta fosca e papel filme. E, a partir dos resultados obtidos, espera-se que seja possível destinar a água tratada para o consumo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição do sistema

O sistema de destilação solar proposto apresenta uma área de 0,310m² com 57cm de comprimento, 54cm de largura e 37cm de altura. O sistema possui uma base de madeira construída como suporte para o recipiente que recebeu as amostras coletadas e com uma leve inclinação para que a água tratada percorra as calhas por gravidade. O recipiente acoplado à base de madeira foi uma fôrma de alumínio de 50 cm de comprimento, 34 cm de largura, 8 cm de altura e 0,2 mm de espessura. Em relação à cobertura, projetou-se uma estrutura de madeira com inclinação de aproximadamente 35° e coberta por uma manta plástica de Policloreto de polivinila (PVC) transparente bem esticada de 0,04mm de espessura.

Figura 1 - Vista frontal do sistema de destilação solar



Fonte: Autor (2018).

O destilador também possui duas calhas de PVC instaladas bem próximas à cobertura com diâmetro de 4cm que viabilizaram a captação da água tratada pelos coletores feitos de garrafas PET. Além disso, para que a vedação e o isolamento do sistema fossem eficientes, utilizou-se cola de silicone nas junções da estrutura do mesmo, parafusos para que a cobertura do sistema ficasse bem unida à sua base e papel filme nas duas últimas camadas.

Descrição do processo de tratamento e instalação do sistema

Como afirma Sousa (2010), o processo de destilação solar simples imita, como princípio de funcionamento, o ciclo hidrológico em menor escala e de maneira mais rápida, promovendo assim, a dessalinização da água.

Devido à incidência dos raios solares que aumenta a temperatura interna do sistema, tal processo proporciona a evaporação da amostra de água até alcançar a cobertura e condensar. Em seguida, o condensado escorre até as canaletas, sendo coletado posteriormente.

Em referência à instalação, o destilador solar simplificado foi instalado no terraço da Coordenadoria da Área de Educação Física - CAEF, área estratégica nas dependências do IFCE Campus Fortaleza com maior incidência de radiação solar ao longo do dia e com menor exposição aos estudantes.

Caracterização do estudo

A água utilizada no sistema foi retirada de um poço localizado na Barraca do senhor Marcos popularmente conhecido como "Marquinhos do côco". De coordenadas -3.7226682 e -38.5046967, o ponto de coleta situa-se próximo à orla marítima de Fortaleza e em frente ao restaurante Boteco Praia. Tal ponto amostral foi utilizado na pesquisa em razão da potencial existência de elevados teores de sais, especialmente Cloretos e da provável presença de microrganismos do grupo coliformes.

Para cada coleta foi utilizado: recipiente de polietileno com capacidade para 5 Litros, termômetro, água destilada, béquer, papel tornassol e um par de luvas. No caso, optou-se por analisar tais amostras antes e depois de passar pelo processo de destilação solar para que fossem observadas as disparidades entre os resultados.

O período de estudo foi realizado de setembro a dezembro de 2017 através de campanhas que consistiram em:

- Coleta da amostra;
- Exposições do sistema ao sol;
- Análises das amostras de água antes e depois do processo de tratamento.

Após as coletas, uma quantidade foi separada para análise enquanto outra quantidade passou pelo sistema de destilação e, após ser tratada e devidamente coletada, ambas foram encaminhadas para o Laboratório de Saneamento Ambiental - LSA do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Campus Fortaleza e para o Laboratório de Saneamento - LABOSAN da Universidade Federal do Ceará – UFC.

Para cada amostra de água coletada foi retirado 1000 ml por dia para o experimento e o tempo de exposição do sistema foi em média, 9 horas por dia. E, para que houvesse amostra de água destilada suficiente para as análises, esse processo foi realizado em média três vezes por coleta.

Análises dos parâmetros

Em relação às análises, foi realizado no momento da coleta a verificação da temperatura e pH da amostra e o mesmo foi feito com a de água tratada. No LSA foi efetuou-se a determinação do Cloreto, Dureza Total e Sólidos Dissolvidos Totais. Tais análises foram realizadas seguindo os métodos propostos pelo *Standard Methods* de autoria das instituições *American Public Health Association* (APHA) publicado em 2000 descritos no manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias escrito por Silva (2001).

Para analisar a presença de microrganismos, foi realizada uma análise de Coliformes Termotolerantes e uma de Coliformes Totais no LABOSAN seguindo também os processos indicados pelo *Standard Methods* com o objetivo de confirmar a eficiência do sistema no tocante à remoção de microrganismos, sabendo que o resultado das demais análises seria semelhante a estas.

Na tabela 1 logo abaixo seguem os parâmetros utilizados e os métodos pelos quais foram analisados.

Tabela 1 - Parâmetros analisados na pesquisa

Análises	Métodos utilizados
Cloreto	Argentométrico
Dureza total	Titulométrico do EDTA
pH	Papel de tornassol
Temperatura	Filamento de mercúrio
Sólidos totais dissolvidos	Gravimétrico
Coliformes Totais	Substrato cromogênico/ enzimático
Coliformes termotolerantes	

Fonte: Autor (2018).

Análise comportamental do sistema

Além da verificação de ausência de coliformes termotolerantes e da eficiência na remoção de sais, foi analisada a produção diária de água tratada pelo sistema de destilação solar diante da adoção de tais materiais:

- Presença da tinta automotiva preta fosca na fôrma de alumínio acoplada à base;
- Adoção de britas no interior do destilador solar simplificado;
- O emprego do papel filme.

A adoção da tinta preta fosca no recipiente do destilador foi realizada com o objetivo de promover uma maior absorção dos raios solares e elevar a temperatura, pois é observado que o aumento de tal parâmetro influencia diretamente na produção. Já o emprego das britas basálticas teve a função de manter o efeito estufa dentro do sistema por mais tempo em razão das propriedades térmicas das britas.

Além disso, a utilização do papel filme foi adotada com o intuito de observar perdas devido à probabilidade de deficiências na vedação do sistema e evitar que haja a dissipação de calor do interior do destilador solar para o meio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Volume diário produzido

Foram realizadas ao fim estudo cinco campanhas. Em observação à tabela 2 que expõe produção diária obtida no estudo, constatou-se que o maior volume produzido no sistema foi da campanha 5 no dia 3 com 300 ml de água tratada. Nesse período o destilador apresentava britas basálticas, tinta preta fosca na fôrma de alumínio e papel filme. Já a campanha que obteve um volume menor foi a 1 no terceiro dia com 20 ml de água tratada, onde todos os itens citados anteriormente estavam ausentes.

Tabela 2 – Volume diário produzido

Campanha	Observações	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Total obtido (ml)	Média diária (ml)
1	-	41 ml	68 ml	20 ml	74 ml	67 ml	270	54
2	Com brita	85 ml	180 ml	95 ml	-	-	360	120
3	Com tinta	140 ml	130 ml	100 ml	-	-	370	123,3
4	Com brita Com Tinta	210 ml	180 ml	170 ml	-	-	560	187
5	Com brita Com tinta Com vedação	250 ml	200 ml	300 ml	-	-	750	250
TOTAL							2.310 L	146,86

Fonte: Autor (2018).

Foi produzido ao fim da pesquisa 2.310 litros de água tratada e a média diária obtida para cada campanha apresentou valores entre 54 ml e 250 ml. Além disso, para que houvesse um quantitativo suficiente para as análises laboratoriais, foi necessário mais exposições do sistema ao Sol na campanha 1.

Soares (2004) examinou o comportamento de dois destiladores solares de inclinação de 25° e 45° para o tratamento de água salobra, salina e doce contaminada, e foi observado em seu estudo que as médias de produção diária dos sistemas foram de 200,3 ml e 168,3 ml, respectivamente antes da adoção do coletor solar.

Em referência ao trabalho de Dias (2012) que estudou dois destiladores com dimensões aproximadas do sistema em estudo e também adoto britas basálticas, a produção média diária foi de 132 ml para o destilador 1 que apresentava britas basálticas no sistema e 128 ml para o destilador 2 convencional. Diante disso, observa-se que os resultados obtidos no presente estudo mostraram-se satisfatórios, alcançando em determinadas campanhas, quantitativos maiores que as condições observadas.

É importante observar que todos os trabalhos em comparação apresentaram destiladores com cobertura de vidro, pois segundo Ribeiro et al (2008) o material mais indicado na cobertura seria o vidro, pois plástico gera gotas ao longo da cobertura quando o vapor condensa, podendo ocasionar nesses casos, perdas por gotejamento. Porém optou-se pelo plástico PVC transparente por ser economicamente mais viável e, apesar da probabilidade de perdas, verificou-se nos trabalhos de Soares (2004) e Dias (2012) que os volumes diários produzidos foram aproximados aos quantitativos obtidos na pesquisa em discussão.

Atentando-se para os volumes de destilado obtidos ao longo das campanhas, foi possível constatar que o emprego da tinta fosca na bandeja do sistema, o uso do papel filme e a inserção de britas basálticas na fôrma do destilador na campanha 5 demonstraram uma eficiência de 64% em relação à campanha 1 em que todos os itens mencionados anteriormente estavam ausentes, sendo esta a maior eficiência observada no estudo.

A eficiência do sistema quanto ao volume diário produzido na quinta campanha em comparação com a campanha 1 foi calculada por meio da Equação 1 observada no trabalho de Freitas (2016), que avalia a eficiência considerando valores médios iniciais e finais.

$$\text{Eficiência do sistema: } \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor final}} \times 100 = \% \quad (1)$$

Dentre as diversas comparações que podem ser realizadas entre as campanhas do estudo, ao utilizar a equação 1, verificou-se que o emprego da brita apresentou uma eficiência de 25% ao relacionar as campanhas 1 e 2. No tocante à tinta preta fosca, através da equação supracitada, obteve-se a eficiência de 50% ao comparar a campanha 3 com a campanha 1.

Já para o emprego das britas e da tinta preta fosca utilizadas em conjunto na campanha 4, constatou-se que a eficiência obtida foi de 51,7% em relação à campanha 1 que não possuía adição de material e um leve aumento em comparação à eficiência da campanha 3 que adotou apenas o uso da tinta preta fosca.

Além disso, a utilização do papel filme também demonstrou influência no volume produzido ao observar a relação entre as campanhas 4 e 5 (que adotou o papel filme além das britas e da tinta) com a eficiência de 25,3%. Tais resultados obtidos com a utilização do papel filme demonstram que a vedação natural do sistema apresentou deficiências existindo nesse caso, perdas de calor do interior do sistema para o meio.

Diante de tais resultados, verifica-se que além da influência das variações climáticas sobre a produção diária do sistema, a adoção de materiais em um destilador solar também pode interferir nos resultados a serem obtidos.

Parâmetros físico-químicos

Em relação aos sólidos dissolvidos totais (SDT) presentes no corpo hídrico estudado, ao analisar a tabela 3 constata-se que a água bruta obtida apresenta em toda a pesquisa uma concentração de sólidos dissolvidos totais acima do permitido pela portaria nº 2914/11 que estabelece o valor máximo permitido (VMP) de 1000 mg/L para o abastecimento público, indicando assim, a inviabilidade de consumo dessa água.

Porém, verifica-se que houve uma significativa remoção de sais após o processo de destilação, demonstrando que esta água tratada encontra-se bem abaixo do que é determinado pela portaria nº 2914.

Em referência à eficiência do sistema na remoção de SDT, a Equação 1 que relaciona nesse caso valores brutos e tratados pelo sistema, demonstrou o resultante de 99,54% entre a média de sólidos obtidos nas amostras de água bruta em comparação com a média das amostras de água tratada.

Soares (2004) apontou em seu trabalho uma eficiência de remoção de 99,4% segundo os valores médios obtidos no estudo para água salobra. Nesse caso, verifica-se que o destilador solar do presente estudo apresentou resultados similares, porém com uma eficiência moderadamente maior de SDT.

Tabela 3 – Resultados físico-químicos obtidos antes e após o processo

Campanhas	SDT (mg/L)		Cloreto (mg/L)		Dureza Total (mg/L)		pH (mg/L)		Temperatura (°C)	
	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.	Bruta	Trat.
1	10.152	69	3.648,86	8	1.680	16	7	6	29	29
2	8.912	35	3.798,82	7	1.640	14	7	5	28	32
3	7.294	30	3.473,92	3	1.360	8	7	5	30	31
4	7.082	20	2.749,15	2	1.440	10	7	6	30	30
5	8.276	5	8.276	5	2.600	2	8	5	30	31

Fonte: Autor (2018).

Em observação ao Cloreto, as amostras de água bruta apresentaram elevadas concentrações, sendo nesse caso, bem acima dos 250 mg/L que é estabelecido pela Portaria nº 2014 de 2011. Já as amostras de água tratada apresentam, no decorrer das campanhas, concentrações de cloreto cada vez menores e bem abaixo do VMP da Portaria mencionada anteriormente. Com vistas à eficiência do sistema na remoção de Cloreto, verifica-se com a Equação 1 que o destilador proposto apresentou 99,73% para tal parâmetro.

Bezerra (2004) expõe em seu trabalho que a remoção de Cloretos por meio dos destiladores com inclinação de 20° e de 45° apresentaram em média, 99,42% de eficiência. Em comparação ao presente estudo, observa-se que o trabalho citado demonstra uma eficiência menor na remoção de tal parâmetro.

No tocante à Dureza Total para Cálcio e Magnésio, a tabela 3 demonstra que as amostras de água bruta também apresentam este parâmetro acima do estabelecido pela Portaria supracitada de 500 mg/L, avaliando a água bruta obtida como uma água dura.

Já no caso das amostras de água tratada, constata-se que houve uma remoção crescente da Dureza total nas campanhas exploradas e abaixo do estabelecido pela legislação vigente em todo o período de estudo.

O trabalho de Bezerra (2004) demonstrou em média, 94,29% de eficiência na remoção de tal parâmetro. No estudo de Carvalho (2015) a eficiência obtida foi de 96,35%. E a pesquisa em discussão indicou uma remoção de 99,41% para tal parâmetro. Constata-se para esses casos que o presente trabalho se mostrou mais eficiente na remoção da Dureza total.

Em referência à variação de temperatura expressa na tabela 3, nota-se que as amostras de água bruta estiveram entre 28°C e 30°C e que as amostras de água tratada coletadas após o pôr do Sol apresentaram temperatura entre 29°C e 32°C, evidenciando nesse estudo que não houve grandes variações em tal parâmetro. Porém, observa-se nas pesquisas analisadas que as temperaturas obtidas correspondem à temperatura ambiente e à temperatura interna do sistema. Diante disso, não é possível fazer comparações diretas, pois no presente estudo não houve aferição da temperatura interna do destilador solar simplificado.

Porém, apesar de não ter sido observado no presente estudo as variações de temperatura dentro da bandeja do sistema, percebe-se que a temperatura e a radiação solar influenciam diretamente produção diária obtida e observando tais resultados, supõe-se que a temperatura interna do sistema proposto pode ter assumido valores semelhantes aos trabalhos Santos (2008) e de Marinho et al (2015) que observaram temperaturas próximas aos 70°C. Além disso, a Portaria nº 2914/11 não menciona valor máximo permitido para o parâmetro em discussão.

No que diz respeito ao pH das amostras de água bruta e tratada abordadas na tabela 3, constata-se que antes da exposição do sistema ao Sol, as amostras de água bruta indicaram o pH entre 7 e 8, o que se encontra de

acordo com a legislação vigente que determina o pH entre 6 e 9,5 adequado para o consumo humano. Porém, após o tratamento as amostras de água tratada apontaram um pH de 5 nas campanhas 2,3 e 5, devendo estas serem tratadas para que estejam de acordo com a Portaria nº 2014/11 e não causem problemas à saúde humana.

No trabalho de Bezerra (2004) que desenvolveu 2 destiladores solares para o tratamento de águas de produção de petróleo, foi observado que o pH das amostras de água destilada sofreram leve alterações. O autor afirma que nesse caso tal resultado revela-se dentro da normalidade, pois apresenta-se como uma característica comum dos processos de destilação. Carvalho (2015) também afirma em seu trabalho que houve alterações no pH da amostra de destilado. Além disso, conforme Carvalho (2015), o pH abaixo de 6 não deve ser objeto de preocupação, pois o mesmo pode ser corrigido através da adição de uma solução alcalina ou por meio da mistura do destilado aos grãos de rocha calcária.

Parâmetros microbiológicos

Foram realizadas apenas duas análises microbiológicas (coliformes termotolerantes e coliformes totais) no período de estudo com o objetivo de confirmar a eficiência do sistema no tocante à remoção de microrganismos, sabendo que o resultado das demais análises seria semelhante a estas.

Tais parâmetros foram analisados na campanha 5 e as amostras de água bruta confirmaram as suposições quanto à presença de coliformes, pois próximo ao ponto de coleta foram observadas galerias de esgoto doméstico. Já as amostras de água tratada demonstraram a eficiência do destilador proposto indicando nas análises laboratoriais a ausência de coliformes após o processo de tratamento.

O trabalho de Soares (2004) também demonstrou a presença de microrganismos nas amostras obtidas e confirmou a eficiência da destilação solar na remoção de 100% de coliformes para águas salinas, salobras e águas contaminadas.

Diante de tais fatos, percebe-se que as amostras de água bruta se encontravam fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para o consumo humano tanto em referência aos parâmetros físico-químicos como nos parâmetros microbiológicos. Porém, após o processo de destilação solar foi observado que os resultados obtidos apresentaram-se satisfatoriamente abaixo das determinações da Portaria nº2914/11, mostrando a viabilidade de consumo de tais amostras após a destilação solar simplificada, devendo apenas adequar-se às designações para o pH e equilibrar os sais presentes no destilado observando as determinações da RDC nº274 de 2005 publicada pela ANVISA.

CONCLUSÕES

Em referência à produção diária do sistema, verificou-se a necessidade de um destilador solar em maiores proporções e o emprego de melhorias no mesmo (como a troca do plástico pelo vidro) para que o consumo diário de um ser humano correspondente a 2L seja atendido. Além disso, constatou-se que a adoção de materiais no sistema também interfere na produção diária de um destilador solar.

Diante do exposto e das pesquisas realizadas, conclui-se que o sistema proposto apresenta boa eficiência na remoção de sais de águas salobras além de apresentar-se competente na inativação de microrganismos patogênicos, propiciando uma água acordo com a Portaria nº 2914 de 2011, devendo apenas adequar o pH do destilado de algumas campanhas à legislação vigente. Observa-se também que a água tratada pelo destilador solar deve estar de acordo com a RDC nº 274 de 2005 publicado pela ANVISA quanto ao equilíbrio de sais para que se obtenha uma água potável e livre de danos à saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional das Águas - ANA. Fatos e Tendências - Água. Brasília - DF, 2009. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.
2. BEZERRA, M. A. S. Desenvolvimento de um destilador solar para tratamento de águas de produção de petróleo com vistas a sua utilização na agricultura e geração de vapor. Natal – RN, 2004.
3. BRASIL. Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
4. BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 274, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.
5. CARVALHO, E. C. F. Potabilização de água eutrofizada utilizando destilação solar. Campina grande – PB, 2015.
6. DIAS, R. S. Análise da influência de pedras britadas inseridas na bandeja do potabilizador solar de vidro na produção de água. Trabalho de conclusão de curso. SC, 2012.
7. FREITAS, O. K. Uso de filtro com camada suporte de fibra de côco no tratamento de águas cinzas provenientes de máquina de lavar visando o reúso. Fortaleza – CE, 2016.
8. GOOGLE MAPS. Localização da Barraca Marquinhos do côco. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Marquinhos+Do+C%C3%B4co/@-3.7245292,-38.5044452,17.5z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xf23377c14bff49e1!8m2!3d-3.7228017!4d-38.5050105>>. Acesso em: 21 set. 2017.
9. MARINHO, F. J. L; et al. Dessalinizador solar associado a coletor de águas de chuvas para fornecer água potável. Goiânia, v.11, n.20; p. 78, 2015.
10. RIBEIRO, F. A; et al. Destilador solar de cobertura piramidal e isolamento em material compósito. V Congresso Nacional De Engenharia Mecânica. 25 a 28 de agosto de 2008 – Salvador – Ba – Brasil. 2008.
11. SANTOS, R. P. Evaporação solar de água produzida de petróleo. Rio grande do norte, 2008.
12. SILVA, S. A. Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias / Salomão Anselmo Silva, Rui de Oliveira, - Campina Grande/ Paraíba, 2001.
13. SOARES, C. Tratamento de água unifamiliar através da destilação solar natural utilizando água salgada, salobra e doce contaminada. Florianópolis, 2004.
14. SOUSA, M. A. S. B. Estudo da viabilidade da destilação solar para polimento de águas produzidas de petróleo. Tese de doutorado. Natal – RN, 2010. Disponível em:<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp128913.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.