

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MATERIAS FOTOTÉRMICOS PARA APLICAÇÃO EM DESSALINIZADORES SOLAR

Kênia Kelly Freitas Sarmento¹
Vanessa Rosales Bezerra²
Karyna Steffane da Silva³
Keila Machado de Medeiros⁴
Carlos Antônio Pereira de Lima⁵

INTRODUÇÃO

Estudos realizados sobre a escassez global de água constataram que atualmente 25% das grandes cidades estão enfrentando alguns níveis de estresse hídrico (LUND SCHLAMOVITZ E BECKER, 2021). Foi visto que dois terços da população global, isto é, quatro bilhões de pessoas no mundo vivem em condições de escassez severas de água, pelo menos uma vez por mês ao longo de um ano. E meio bilhão de pessoas no mundo enfrenta grave escassez de água o ano inteiro (MEKONNEN E HOEKSTRA, 2016).

Além da escassez, a qualidade da água continua sendo uma grande ameaça à saúde e ao bem-estar humano (ISENMANN, 2018). A água destinada ao consumo humano necessita ser potável e estar em conformidade com os padrões microbiológico, físico, químico e radioativo, a fim de não oferecer riscos à saúde. Para isso, o Ministério da Saúde por meio da Portaria GM/MS nº 888/2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021).

As tecnologias de dessalinização de água assistida por energia renovável estão se tornando atraentes como uma solução devido ao aumento populacional e a contaminação das águas (HAMED et al., 2015). Existem diversas opções para se realizar a dessalinização da água e a escolha do tipo de dessalinizador depende de considerações econômicas e ambientais.

¹Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, kenia.sarmiento@aluno.uepb.edu.br;

²Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, rosalesuepb@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, karynasteffane@hotmail.com;

⁴Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG - PB, keilamedeiros@ufrb.edu.br

⁵ Professor orientador: Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB - PB, caplima@servidor.uepb.edu.br.

A eficiência da produção de água é diretamente proporcional ao aumento da capacidade térmica do material do dessalinizador solar. A capacidade térmica desempenha um papel importante na produtividade do dessalinizador solar (BHATCHARYYA, 2013).

De acordo com Manokar, Murugavel E Esakkimuthu (2014) a utilização de materias de armazenamento térmico faz com que se tenha um aumento na produtividade, por conta da dificuldade de perder o calor do dessalinizador.

Murugavelet al. (2010) analisaram um dessalinizador solar tipo bandeja utilizando a radiação solar, realizaram os experimentos com uma quantidade de água e utilizaram diversos tipos de materiais capaz de armazenar calor, dentre eles a rocha de quartzito, pedaços de tijolos vermelhos, pedaços de cimento, pedras lavadas e restos de ferro, o intuito foi avaliar o melhor material de armazenamento de calor, para aumentar o rendimento, e descobriram que a rocha de quartzito de 19 mm foi o material mais eficaz neste experimento.

Zeinabet al. (2005) projetaram e construíram três dessalinizadores para comparar o desempenho dos sistemas de dessalinização solar. O primeiro usou camada compactada para aumentar a eficiência, e o segundo fez uso de um eixo rotativo enquanto o terceiro foi um dessalinizador convencional. A camada compactada foi composta por esferas de vidro de 13,5 mm de diâmetro que cobrem a superfície do fundo da bandeja do dessalinizador, enquanto o eixo rotativo estava localizado no meio, próximo à superfície da água da bandeja do dessalinizador. Três conjuntos de experimentos foram realizados nos parâmetros operacionais selecionados. Concluíram que uma camada compactada de bolas de vidro ajudou a operação de aquecimento de água parada ao longo do dia, e após o pôr do sol, para aumentar a produtividade da água doce.

O objetivo deste trabalho é apresentar a eficiência térmica de diferentes materias fototérmicos com o intuito de gerar maior desempenho térmico e produtividade para serem aplicados em dessalinizadores solar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho utilizou-se inicialmente a leitura de artigos científicos, conhecendo melhor a relação entre os diferentes tipos de materiais fototérmicos para dar início aos experimentos. Os experimentos foram realizados na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Procedimento do ensaio e coleta de dados

Durante o período da pesquisa no mês de dezembro de 2021, foram utilizados materiais fototérmicos de baixo custo para a realização de ensaios e verificação dos melhores materiais absorvedores com maior desempenho térmico. Dentre eles foram utilizados 6 tipos de materiais: seixo, brita, esferas de vidro, ferro, cascalho de granito e telha cerâmica. Na pesquisa por materiais fototérmicos, procurou-se fazer os experimentos com aqueles que não liberassem odor e nem gosto à água.

Para estes testes, foram necessários 6 bandejas poliméricas com capacidade volumétrica de 3L, adicionando 500 mL de água em cada bandeja para cobrir os materiais, fazendo uma análise comparativa com uma bandeja sem o uso de materiais. Inicialmente, foram realizados testes com os materiais juntamente com as bandejas e, posteriormente, foi realizado um segundo teste depositando uma camada de tinta preta fosca de secagem rápida, tanto nos materiais quanto nas suas respectivas bandejas, a fim de avaliar as suas capacidades de absorção de calor. Ao qual foram medidos parâmetros pré-determinados a cada 15 minutos, iniciando às 09:00 horas e finalizando às 14:00 horas dos dias 10/12/2021 e 20/12/2021.

Para a medição dos perfis de temperaturas da água de todos os materiais fototérmicos, juntamente com a temperatura ambiente, e a taxa de radiação, utilizou-se um Sistema Integrado Multianálise com Conectividade Wi-Fi e Função Datalogger para o Monitoramento de Estações de Dessalinização Solar e Outros Sistemas de Tratamento de Águas e Efluentes, o qual foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Tratamentos Avançados de Águas (GRUTAA) em parceria com a Stand-up ALCALITECH-Fabricação de Aparelhos e Equipamentos de Medida e Controle Ltda (RAMOS et al., 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes realizados no dia 02/12/2021 com os materiais fototérmicos sem a camada de tinta preta, foram obtidos os valores de temperatura em função da radiação solar, os materiais com maiores temperaturas destacadas foram: o granito em primeiro lugar com a maior temperatura de 39,69 °C no horário de 12:00 horas e dando continuidade de maior temperatura no período da tarde. Em seguida, as esferas de vidro apresentaram uma temperatura de 38,65 °C nos horários de 10h45min e 12h30min, apresentando 1h antes a maior incidência de radiação do experimento de 1244 W.m⁻². O terceiro material que foi o ferro apresentou uma temperatura de 37,51 °C com a mesma incidência da taxa de radiação e horários dos outros materiais anteriores. A telha de cerâmica registrou uma temperatura de 37,12°C no

horário de 12h00min com incidência de 1173 W.m^{-2} . Registrando por último a brita com $36,87 \text{ }^\circ\text{C}$ e o seixo com $34,62^\circ\text{C}$. Panchal (2015) utilizou um destilador solar com diferentes condições para determinar o desempenho, utilizando o cascalho de granito preto como material de armazenamento de energia, onde foi usado para aumentar a eficiência nas condições climáticas, durante o experimento da evaporação o cascalho de granito preto aumentou a ação capilar e, assim, aumentou a produtividade do dessalinizador solar.

No dia 20/12/2021, o experimento foi realizado com os materiais e bandejas pintados de tinta preta fosca, obtendo os valores de temperatura dos materiais fototérmicos e a temperatura ambiente em função da radiação solar. No começo da manhã os materiais iniciaram com temperatura no horário de 09h00min com temperatura ambiente de $30,07 \text{ }^\circ\text{C}$, a água de $31,94 \text{ }^\circ\text{C}$, o seixo de $32,82 \text{ }^\circ\text{C}$, a brita de $33,38 \text{ }^\circ\text{C}$, o ferro de $33,56 \text{ }^\circ\text{C}$, as esferas de vidro de $34 \text{ }^\circ\text{C}$, o granito de $32,94 \text{ }^\circ\text{C}$ e a telha cerâmica de $33,44 \text{ }^\circ\text{C}$, com taxa de radiação 269 W.m^{-2} . Por volta das 10h30min a taxa de radiação foi para 1070 W.m^{-2} , e as esferas de vidro se destacou neste horário com temperatura de $36,81 \text{ }^\circ\text{C}$, em seguida o ferro de $36,44^\circ\text{C}$, a telha cerâmica com $36,19^\circ\text{C}$, o granito de $36,06^\circ\text{C}$, a brita de $35,88^\circ\text{C}$ e seixo de $35,44^\circ\text{C}$. Neste experimento, as esferas de vidro registrou a maior temperatura apresentado $38,69 \text{ }^\circ\text{C}$, no horário de 12h45min e dando continuidade de maior temperatura no período da tarde. Em seguida a maior temperatura registrada foi do granito apresentado $38,19 \text{ }^\circ\text{C}$, o ferro com $38,06 \text{ }^\circ\text{C}$, a brita com $38 \text{ }^\circ\text{C}$, a telha cerâmica com $37,76$ e seixo com $37,26 \text{ }^\circ\text{C}$, apresentando período de maior incidência de radiação de 1301 W.m^{-2} . Suraparaju, Ramasamy e Natarajan, (2021) realizaram um desempenho energético e econômico com o uso de um destilador solar de inclinação única usando esferas de vidro, onde foi investigado e comparado os resultados com destilador solar convencional, constatando que as esferas de vidro aumentaram a taxa de evaporação e a produtividade quando comparado ao destilador convencional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que os materiais fototérmicos que obtiveram melhor eficiência para serem aplicados nos dessalinizadores via energia solar, em primeiro lugar destacousem a pintura o granito, em segundo as esferas de vidro, o ferro em terceiro lugar, seguida da telha de cerâmica, da brita e do seixo. Após realizar a pintura dos materiais fototérmicos, foi possível constatar um aumento das temperaturas, bem como as suas eficiências, levando em consideração a taxa de radiação deste

experimento destacaram-se as esferas de vidro em primeiro lugar, depois o granito, o ferro, a brita, a telha de cerâmica e, por último, o seixo. Desta forma, conclui-se que os materiais fototérmicos pintados na cor preto fosco que apresentaram maior eficiência térmica foram o granito e as esferas de vidro, levando em consideração a taxa de radiação incidente.

Palavras-chave: Materiais fototérmicos; Escassez; Dessalinização; Eficiência térmica; Produtividade de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB e a FAPESQ pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Portaria GM/MS de nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 2021.

BHATACHARYYA, A. Solar still for desalination of water in rural household. **International Journal of Environment and Sustain ability**, v. 2, n. 1, p. 21-30, 2013.

HAMED, M. H.; KABEEL, A. E.; OMARA, Z. M.; SHARSHIR, S. W. Mathematical and experimental investigation of a solar humidification–dehumidification desalination unit. **Desalination**, v. 358, p. 9-17, 2015.

ISENMANN, A. F. **Operações Unitárias na Indústria Química.** 3ª edição, Timóteo, MG Edição do Autor, 2018.

LUND SCHLAMOVITZ, J.; BECKER, P. Differentiated vulnerabilities and capacities for adaptation to water shortage in Gaborone, Botswana. **International Journal of Water Resources Development**, v. 37, n. 2, p. 278-299, 2021. <https://doi.org/10.1080/07900627.2020.1756752>

MEKONNEN, M.; HOEKSTRA, A.Y. Four billion people facing severe waters carcity. **Science Advances**, v. 2, n. 2, p. 1-6. 2016. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>

MANOKAR, A. M; MURUGAVEL, K. K; ESAKKIMUTHU, G. Different parameters affecting the rate of evaporation and condensation on passive solar still–A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 38, p. 309-322, 2014. doi:10.1016/j.rser.2014.05.092

MURUGAVEL, K. K.; SIVAKUMAR, S.; AHAMED, J. R.; CHOCKALINGAM, K. K.; SRITHAR, K. Single basin double slope solar still with minimum basin depth and energy storing materials. **Applied energy**, v. 87, n. 2, p. 514-523, 2010.

PANCHAL, H. N. Enhancement of distillate output of double basin solar still with vacuum tubes. **Journal of King Saud University-Engineering Sciences**, v. 27, n. 2, p. 170-175, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2013.06.007>

RAMOS, R. O.; LIMA, C.A.P.; CAVALCANTE, G.G.; MEDEIROS, K.M. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020210075996, título: "Sistema Integrado Multianálise com Conectividade e Função Datalogger para Monitoramento de Estações de Dessalinização Solar e Outros Sistemas de Tratamento de Águas e Efluentes", Instituição de registro: **INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial**. Depósito: 21/04/2021. 2021.

SURAPARAJU, S. K.; RAMASAMY, D.; NATARAJAN, S. K. Augmentation of freshwater productivity in a single-slope solar still using ball marbles. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 46, p. 65974-65986, 2021.

Zeinab S. Abdel-Rehim; Ashraf Lasheen (2005). **Improving the performance of solar desalination systems**. , 30(13), 1955–1971. doi:10.1016/j.renene.2005.01.008