

INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO TÉRMICA NO DESMPENHO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DO TIPO CASCATA

Maria Karolina Borba Cardoso¹
Vanessa Rosales Bezerra²
Fernando Fernandes Vieira³
Keila Machado de Medeiros⁴
Carlos Antônio Pereira de Lima⁵

INTRODUÇÃO

A água é a fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade, como se pode observar que as antigas cidades se formavam ao longo de rios, pois as pessoas sabiam que o rio era uma das melhores fontes de alimento, os animais dependeriam da água para sobreviver e também as plantas nos períodos de escassez somente sobreviveriam naquela região (MELO, 2018). A qualidade da água para o ser humano, recurso vital que se encontra ameaçado, devido ao crescimento exponencial da população humana. Desta forma, as diversas práticas humanas têm levado a uma deterioração da qualidade e quantidade de água gerando um impacto ambiental, assim influenciando a sua disponibilidade de água potável para consumo humano (GEMS, 2008).

No semiárido brasileiro, a falta de água para o consumo humano deve-se a fatores naturais: baixo índice pluviométrico, temperaturas médias elevadas e irregularidade espacial e temporal na distribuição das chuvas (ROCHA, 2008). A região nordeste do Brasil é a mais afetada quanto aos aspectos ligados à disponibilidade de água potável, além de ser caracterizada por condições semiáridas, com baixa precipitação pluviométrica (cerca de 350 mm/ano) e por um solo predominantemente cristalino, que favorece a salinização dos lençóis freáticos (CELLI, 2017).

A necessidade de água doce em alto mar, durante as navegações levaram a desenvolver processos de destilação da água do mar. Relatos de Richard Hawkins de 1662 referem que durante as suas viagens pelos mares do Sul, por meio da destilação conseguiu fornecer água fresca, a bordo, aos seus homens (ZANDER et al., 2008). Atualmente os processos de dessalinização utilizados dividem-se em dois grupos: os processos térmicos e as tecnologias de membranas (GUERREIRO, 2009). Os processos de dessalinização por membranas a dessalinização são feitos recorrendo-se a uma membrana semipermeável com capacidade de filtrar os sais presentes na água, obtendo-se uma solução com baixa salinidade e um concentrado com elevada salinidade, ao aplicar-se um gradiente de pressão ou uma diferença de potencial elétrico entre as superfícies das membranas (GAIO, 2016). São divididos em: Eletrodialise (ED) e a Osmose Inversa (OI) e processos térmicos das quais se

¹ Mestranda do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, mariakarolinac@hotmail.com;

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

³ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB - PB, fernando@uepb.edu.br;

⁴ Doutora em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, keilamedeiros@ufpb.edu.br;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual da Paraíba –UEPB -PB, caplima@uepb.edu.br. (83) 3322.3222

destacam a Destilação Solar (SD), a Destilação Flash de Múltiplo estágio (MSF), a Destilação Múltiplo Efeito (MED), a Destilação por compressão de vapor (VC).

Embora outras formas de energia renovável também tenham sido exploradas para processos de dessalinização, a energia solar é de especial interesse, pois é a fonte de energia permanente mais abundante na terra (THANGAVEL e SRIDEVI, 2014). Os dessalinizadores solares, são de baixa manutenção e acessíveis, sofrem com baixa eficiência e grandes quantidades de perda de calor, mesmo para sistemas pequenos e sua produtividade é limitada (RUFUSS et al., 2016). Apresenta como uma tecnologia limpa para dessalinização de águas salobras e salinas, porque causam o mínimo de prejuízo ao meio ambiente, e aproveitando de uma fonte energética abundante, a energia solar.

Baseia-se no processo natural do ciclo hidrológico. A água salgada é aquecida até temperaturas de ebulição, evapora, e em seguida condensa e precipita sob a forma de água doce devido ao arrefecimento do vapor (ALVES, 2016). Os dessalinizadores solares podem ser classificados de acordo com o tipo de energia aplicada no reservatório de água bruta (bandeja), podem ser sistemas ativos quando ocorre a introdução de energia extra no sistema, geralmente no reservatório de água promovendo a evaporação mais rápida. Caso nenhuma fonte extra de energia seja utilizada, o sistema é chamado de destilador solar passivo.

A radiação solar é a principal fonte energética da vida na Terra, sendo responsável pelo dinamismo da atmosfera e pelas características climáticas terrestres (HILLS et al., 2013). A radiação solar incidente que chega à superfície da Terra é a radiação solar global (G), que é a soma das parcelas de radiações direta (G_b), difusa (G_d) e refletida pelo entorno (G_r). Da quantidade de radiação que chega no topo da atmosfera, 30% é refletida ao espaço. No entanto, há dois tipos de radiação que atingem a superfície terrestre: a radiação direta, que é aquela fração que chega à superfície terrestre sem sofrer qualquer interferência, e a radiação difusa, que é aquela que sofreu interferência do efeito da absorção e dispersão da atmosfera (uma considerável redução da energia) (FREITAS, 2017).

Nos últimos 25 anos o interesse em energia solar para dessalinização tem aumentado drasticamente, podendo ser direta ou indireta, dependendo da como a energia solar conduz a tecnologia. Sharon e Reddy também revisaram a energia solar tecnologias de dessalinização, e descobriu que a disponibilidade limitada de membranas eficientes de longa duração dificultam o corte do custo de custo subsequente da produção de água (SHARON e REDDY, 2015). Em que Consiste em obter água para consumo através da remoção, ou redução da concentração de sais e sólidos dissolvidos na água salgada (ALVES, 2016).

Os dessalinizadores solares do tipo cascata possuem maior produtividade e eficiência do que os do tipo bandeja. A água flui pelos degraus como uma camada fina, a luz solar esquenta a água e é evaporada e coletada. Devido à pequena distância entre o vidro e a placa de absorção, a água evapora rapidamente aumentando a sua eficiência em comparação com os outros tipos de destiladores solares. Além disso, os açudes ajudam a elevar o tempo gasto na superfície de evaporação, e o valor da taxa de evaporação pertence a placa absorvedora são diretamente proporcionais a produtividade (SARHADDI, 2017). Bouzaid et al. (2019), confirma que o novo design melhora a água salobra e a temperatura da placa de absorção e o desempenho térmico do dessalinizador.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de Campina Grande, Paraíba, a uma latitude de $7^{\circ}13'11''$ sul e longitude de $35^{\circ}52'31''$ oeste, com altitude média a 550 metros acima do nível do mar, no Laboratório de Pesquisa em Ciências Ambientais (LAPECA) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Para a realização do projeto as amostras foram coletadas em dois poços artesianos das comunidades do Paulo de Sousa localizado na cidade de Caturité e no sítio Mendonças na cidade de Puxinanã.

O dessalinizador solar do tipo cascata, tem comprimento de 1,43 m e largura de 55 cm, possuindo uma área de $0,78\text{m}^2$, uma cobertura de vidro comum com espessura de 3 mm inclinado formando ângulo de 17° , com o objetivo de facilitar o escoamento da água condensada para uma melhor captação.

O sistema foi monitorado no intervalo de 09:00 às 14:00 horas, nos dias 13/03/2019 e 19/03/2019, onde foi posicionado em uma área estratégica que possui maior incidência de radiação e sem sombreamento. A cada meia hora monitorou-se os seguintes parâmetros operacionais: temperatura que realizou medições na água, no vidro, na placa absorvedora e a temperatura ambiente utilizando Termopares do tipo PT-100 de ligas metálicas e radiação no qual foi realizada através do radiômetro SL 200 17957 da marca KIMO, o mesmo ficou realizando leituras em todo o processo de dessalinização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor máximo da radiação solar foi às 10h de 890 W/m^2 , por outro lado, a temperatura ambiente apresentou uma pequena variação ao meio-dia, apresentando seu ponto mais alto de $37,5^{\circ}\text{C}$, para o dia 13/03/2019. Para o dia 19/03/2019 o valor máximo de radiação foram às 11h30 de 1177 W/m^2 , uma vez que a temperatura ambiente permaneceu praticamente constante. Sendo justificado por no dia 13/03/2019, em que o tempo estava parcialmente nublado, devido a ocorrência de nebulosidade ou alteração na velocidade do vento, assim, apresentando baixos índices de radiação. Deste modo, a variação da temperatura no decorrer do experimento oscilou mais em relação ao dia 19/03/2019 no qual estava ensolarado. A temperatura da placa e da água é diretamente proporcional à radiação. As variações de radiação no dia 13/03/2019 são atribuídas as oscilações climáticas, no qual fez com que a temperatura da água fosse maior que a da placa, em média 70°C e 60°C respectivamente, em alguns pontos podendo ser a mesma, nas primeiras horas, as temperaturas da placa e da água permaneceram similares, pelo fato do sistema está iniciando o processo de dessalinização solar.

A produtividade de água dessalinizada, foram respectivamente de $0,8\text{ L/m}^2\text{dia}$ e $1,08\text{ L/m}^2\text{ dia}$ para os poços de Juazeirinho e Caturité. Quando realizou o experimento com água do poço de Caturité em um dia ensolarado, a radiação foi diretamente proporcional à variação da água dessalinizada acumulada, deste modo, às 11h, quando o valor da radiação é maior, possui o máximo de água acumulada.

Em seu trabalho Sarhaddi et al. (2017), comprovou que os dessalinizadores solares ondulares em dias ensolarados possuem maior eficiência do que em dia semi-nublados, o mesmo ocorreu com os experimentos discutidos neste trabalho. Já Tabrizi et al. (2016), relata que a produtividade aumenta com o aumento da temperatura, deste modo, comparando com o experimento realizado, no dia 19/03/2019, por a radiação e as temperaturas estarem elevadas ocorreu uma maior produção de água dessalinizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que a temperatura é diretamente proporcional a radiação, a medida que ocorre um aumento na temperatura, ou seja, quando o dia é ensolarado os índices de radiação são maiores, podendo chegar até 1177w/m^2 , mas quando a temperatura é baixa, em dias parcialmente nublados os índices de radiação são baixos, interferindo diretamente na produção de água dessalinizada.

Palavras-chave: Dessalinização; Energia solar; Radiação térmica; Água salobra.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. D. B. **Sistema de captação de energia solar para uma torre de dessalinização térmica com recuperação de calor.** Tese de Dissertação de Mestrado /PPGEM. Universidade Federal do Ceará. 2009.

BOUZOID, M; ANSARI, O; TAHA-JANAN, M; MOUHSIN, N; OUBREK, M. **Numerical analysis of thermal performances for a novel cascade solar desalination design.** Energy (Procedia 157 (2019) 1071-1082.

CELI, R. **Modelos de dessalinização e sua eficiência: comparativo entre tecnologias.** Gest. Tecnol. Inov. 1 (2017) 31-38.

GAILO, S. S. M. **Produção de água potável por dessalinização: tecnologias, mercado e análise de viabilidade econômica.** Tese de Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Universidade de Lisboa. 2016.

FREITAS, D. L. A. **Caracterização numérica e experimental de um coletor solar de placa plana.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal da Paraíba. 2017.

GEMS, UNEP. **Water Quality for Ecosystem and Human Health.** 2ª. 2008. ISBN: 92-95039-51-7.

GUERREIRO, M. L. F. B. **Dessalinização para produção de água potável: perspectivas para Portugal.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 2009.

HILLS, D. M.; SADAVA, D. E.; BERENBAUM, M. **Life: The Science of Biology.** SundeHemus. MA: Sinauer Associates, 2013.

MELO, A. P. D; MIRANDA, A. S; ADAME, A. **Educação para água.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL E O SIMPÓSIO JURÍDICO, 6., 2018, Minas Gerais. Anais, Mato Grosso, AJES.

RUFUSS, D. D. W; INIYAN, S; SUGANTHI, L; DAVIES, PA. **Solar stills: a comprehensive review of designs, performance and material advances.** Renew. Sust. Energ. Rev. 63 (2016) 464–496.

ROCHA, T. S. **Avaliação da qualidade das águas dos poços tubulares da bacia do rio do peixe equipados com dessalinizadores, com vistas ao aproveitamento econômico dos sais**

de rejeito. 2008. Tese de Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 11 de junho de 2008.

SARHADDI, F; TABRIZI, F. F; ZOORI, H. A; MOUSAVI, S. A. H. S. **Comparative study of two Weir type cascade solar stills with and without PCM storage using energy and exergy analysis.** Energy Conversion and Management. 133 (2017) 97-109.

SHARON, H; REDDY, K. S. **A review of solar energy driven desalination Technologies.** Renew. Sust. Energ. Rev. 41 (2015) 1080–1118.

THANGAVEL, P; SRIDEVI, G. **Environmental Sustainability: Role of Green Technologies.** Springer Índia, 2014.

ZANDER, A. K.; ELIMELECH, M; FURUKAWA, D. H; GLEICK, P; HERD, K; JONES, K. L; ROLCHIGO, P; SETHI, S; TONNER, J; VAUX, H. J; WEIS, J. S; WOOD, W. W; JOHNSON, S. E; J. L; STOEVER, M. **A National Perspective. s.l. : National Academy of Sciences.** Desalination. 2008. ISBN: 978-0-309-11924-5.