

DESEMPENHO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DO TIPO CASCATA: QUALIDADE DA ÁGUA DESSALINIZADA

Maria Karolina Borba Cardoso¹
Adriano Oliveira da Silva²
Fernando Fernandes Vieira³
Keila Machado de Medeiros⁴
Carlos Antônio Pereira de Lima⁵

INTRODUÇÃO

A água é um recurso com especial importância, distinguindo-se como uma prioridade comparativamente a outros recursos, uma vez que é vital ao planeta, principalmente para a vida humana (GAIO, 2016). A Terra é formada por apenas 30% de terra firme, os 70% de água representam um volume de 1,4 bilhão de km³. Desse volume, cerca de 98% está nos oceanos e mares, em forma de água salgada (CHANDRASHEKARA e YADAV, 2017). Sabe-se da necessidade e 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). Ao referir-se à qualidade da água, é indispensável analisar as suas características físicas, químicas e biológicas de acordo com a finalidade desejada.

As comunidades rurais do Cariri Paraibano na maioria das vezes, sofrem com a escassez da água, deste modo, recorrem a perfurações de poços no qual as suas águas apresentam alto nível de salinidade. Portanto, essas águas geralmente não se encontram, de acordo com os parâmetros definidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde revogada para Portaria de consolidação n° 005/2017, acarretando danos à saúde, da população desta localidade. Diante desta problemática, segundo Arunkumar et al. (2019), a tecnologia de dessalinização solar é um dos métodos confiáveis para produzir água doce de forma sustentável. A dessalinização e as energias renováveis são duas tecnologias diferentes, que podem ser combinadas de diversas formas. Apesar de ambas as tecnologias já estarem bastante desenvolvidas ainda é necessário aperfeiçoar o seu desempenho para o aumento da eficiência do processo, da diminuição do volume da instalação e dos custos operacionais e de manutenção (SAMPAIO, 2016).

Em 2007, a capacidade de dessalinização total instalada em todo o mundo era de 47,6 milhões de m³/dia; em 2008, foi de 58 milhões m³/dia; e em 2011, alcançou 65,2 milhões de m³/dia, e depois para 74,8 milhões m³/dia em 2012, o que foi projetada para aumentar para

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

² Mestrando pelo Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, adriano_able@hotmail.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@ufrb.edu.br

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

97,5 milhões de m³/dia até o ano 2015 (WIDYOLAR et al., 2019). O 31º inventário de dessalinização aponta que a capacidade mundial instalada de dessalinização é de 97,4 milhões m³/dia, a total acumulada global é de 104,7 milhões m³ /dia. Sabe-se que até junho de 2018, mais de 20 mil usinas de dessalinização haviam sido contratadas em todo o mundo.

A dessalinização pode ser dividida em processos por membranas, no qual tem-se a Eletrodialise (ED) e a Osmose Inversa (OI) e processos térmicos das quais se destacam a Destilação Solar (SD), a Destilação Flash de Múltiplo estágio (MSF), a Destilação Múltiplo Efeito (MED), a Destilação por compressão de vapor (VC). A destilação solar pode ser usada de maneira difusa, beneficiando principalmente comunidades rurais, que tendem a aceitação devido à fácil operação e baixo custo desta tecnologia. O projeto de utilizar destiladores solares no tratamento de água contaminada beneficia principalmente pessoas de comunidades isoladas ou em situação crítica de abastecimento, fornecendo água potável a um baixo custo de construção e através de energia renovável (CARVALHO, 2015).

Deste modo, a destilação solar tem apresentado 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).

Portanto, nesta pesquisa, será realizado a avaliação do desempenho de um protótipo de dessalinizador solar inclinado, tipo cascata, obtendo uma água tratada de acordo com os padrões de potabilidade para o consumo humano.

METODOLOGIA

Para a realização do projeto as amostras foram coletadas em dois poços artesanais das comunidades do Paulo de Sousa localizado na cidade de Caturité e em Mendonça sítio de Puxinanã. As atividades foram desenvolvidas 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.

O dessalinizador inclinado do tipo cascata, com comprimento de 1,43 m e largura de 55 cm, possuindo uma área de 0,78m² contém, uma cobertura de vidro comum com espessura de 3 mm, o mesmo é inclinado, formando ângulo de 17°, buscando melhorar o escoamento da água condensada, facilitando a captação da mesma. A placa absorvedora de calor é inclinada, possui 1,40 m de comprimento e 0,50 m de largura, é pintada em preta fosco, simulando um corpo negro.

O sistema foi monitorado no intervalo de 09:00 às 14:00 horas, foi posicionado em uma área estratégica que possui maior incidência de radiação e sem sombreamento. O destilado foi recolhido com uma proveta graduada. A água salobra percorreu o sistema passando pela placa absorvedora do tipo cascata e desta forma o sistema recebeu a irradiação solar que atravessou o vidro, e foi absorvida pela placa absorvedora ondular, no qual, o calor é transferido por meio de convecção para a água.

A elevação da temperatura da água resulta na evaporação e o vapor d'água sobe até o vidro, como o vidro encontra-se com uma temperatura inferior ao do vapor d'água, o mesmo condensa, no qual é recolhido por meio de uma calha. No decorrer do trabalho foram

realizadas análises físico-químicas nas águas de alimentação e na água dessalinizada de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012), os parâmetros analisados foram: pH, condutividade, cloreto, dureza, alcalinidade, sódio, potássio e turbidez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises físico-químicas realizadas na água bruta do poço de Juazeirinho obtive os respectivos resultados: alcalinidade de 250,00 mg CaCO₃/L; condutividade de 330,00 µS/cm; cloreto de 981,76 mg Cl/L; dureza de 1200,09 mg CaCO₃/L; pH de 7,91; potássio de 20,00 mg K⁺/L; sódio de 560,00 mg Na/L e turbidez de 2,77 uT. E as análises de água bruta do poço de Caturité são: alcalinidade de 1110,00 mg CaCO₃/L; condutividade de 730,00 µS/cm; cloretos 2228,63 mg Cl/L; dureza de 7200,00 mg CaCO₃/L; pH de 7,27; potássio de 20,00 mg K⁺/L; sódio de 1090,00 mg Na⁺/L e turbidez de 3,12 uT.

Segundo Portaria 2.914/2011/MS revogada para Portaria de consolidação nº 005/2017 os valores de turbidez permissível é de 5 uT, desta forma, tanto para o poço de Caturité como para o de Juazeirinho as águas brutas e dessalinizadas estão de acordo com o padrão, apresentando os respectivos dados de 3 uT e 2 uT. Após a passagem no dessalinizador o valor do pH ocorreu uma redução para 6,49 o poço de Caturité e de 6,60 para o poço de Juazeirinho estando de acordo com a portaria, observando que as águas devem possuir pH entre 6,0 e 9,5. O valor máximo permissível para dureza é de 500 mg CaCO₃/L, desta forma, para o poço de Caturité ocorreu uma redução de 7200 mg CaCO₃/L da água bruta, para 132,01 mg CaCO₃/L, para o poço de Juazeirinho, a redução foi de 1200,09 mg CaCO₃/L para 100,01 mg CaCO₃/L. Os valores de sódio e potássio após passarem pela dessalinização via energia solar do tipo cascata reduziram a 0 mg Na/L. A condutividade para as águas de Juazeirinho e Caturité teve uma remoção de 250,00 µS/cm para 25,00 µS/cm e de 730,00 µS/cm para 31,46 µS/cm.

Por fim, analisando as amostras de água salobra retiradas do poço artesiano de Juazeirinho, observou-se elevado nível salobro não estando de acordo com os valores permissíveis pela Portaria. Entretanto, ao analisar a água após o processo de dessalinização pelo dessalinizador solar cascata, obteve-se resultados compatíveis com os parâmetros de potabilidade, reduzindo para 24,29 mg Cl/L, o que confirma a eficiência do dessalinizador solar. As amostras de água salobra do poço de Caturité, apontaram valores não recomendáveis pela Legislação Brasileira. Como o poço de Juazeirinho o de Caturité apresentou níveis salobros altos. Observando as análises após o processo de dessalinização, os parâmetros apresentaram-se obedeceram às recomendações da Portaria, que foi de 30,48 mg Cl/L.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dessalinizador do tipo cascata apresentou resultados favoráveis, possuindo viabilidade técnica no qual utilizam a radiação solar, por constituir-se em uma tecnologia limpa e renovável. A dessalinização das águas possui uma boa eficiência, atendendo os padrões de potabilidade da Portaria 2.914/2011. Ocorreu uma redução de 92,00% e 95,69% da condutividade e 97,51% e 98,63% de cloreto para águas de Juazeirinho e Caturité, respectivamente, deste modo, a remoção de sódio e potássio foi de 100% para ambos os poços.

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

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.

ARUNKUMAR, T; RAJ, K; RUFUSS, D. W; DENKENBERGER, D; TINGTING, G; XUAN, L.; VEIRAJ, R. **A review of efficient high productivity solar stills.** Renewable & Sustainable Energy Reviews. 101 (2019) 197-230.

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.

CARVALHO, E. K.F. **Potabilização de água eutrofizada utilizando destilação solar.** Dissertação de Mestrado. UEPB. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Campina Grande, 2015.

CHANDRASHEKARA, M; YADAV, A. **Water desalination system using solar heat: a review.** Renew. Sust. Energ. Rev. 67 (2017) 1308-1330.

GAIO, 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.

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

RICE, E. W; BAIRD, R..B; EATON, A. D; CLASCERI. **Standard Methods. For the Examination of Water and Wasterater.** 22ª Edição. American Public Washington, DC. 2012.

SAMPAIO, C. M. S. **Dessalinização da água através de painéis solares fotovoltaicos.** Departamento do Ambiente e Ordenamento, Tese de Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, 2016.

WIDYOLAR, B; JIANG, L; FERRY, J; WINSTON, R; KIRK, A; OSOWSKI, M; CYGAN, D; ABBASI, H. **Theoretical and experimental performance of a two-stage (50X) hybrid spectrum splitting solar collector testd to 600°C.** Applied Energy. 239 (2019) 514-523.