



## DIFERENTES TIPOS DE DESTILADORES SOLAR PARA POTABILIZAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS

Kênia Kelly Freitas Sarmiento<sup>1</sup>  
Vanessa Rosales Bezerra<sup>2</sup>  
José Everton Soares de Souza<sup>3</sup>  
Carlos Antônio Pereira de Lima<sup>4</sup>  
Keila Machado de Medeiros<sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

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 de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2017).

A contaminação da água é um problema recorrente e de acordo com Sharma e Bhattacharya (2017) pode se apresentar de forma geológica e antropogênica, e é causada pela presença de organismos vivos (algas, bactérias, protozoários ou vírus), e cada um deles pode causar problemas distintos ao ser humano. A necessidade de soluções para fornecimento de água não contaminada resulta em diversos métodos de tratamento e purificação como sedimentação, fervura, destilação, químico, desinfecção e filtração. Portanto, a tecnologia adequada é baseada nas características da água bruta, infraestrutura, acessibilidade e/ou custo e aceitação.

A destilação, originalmente desenvolvida para fins industriais, é a técnica mais simples e comum, cujos componentes presentes na água são separados pela aplicação de calor. Resultando na separação entre a água e as substâncias inorgânicas, além dos microrganismos patogênicos (ISENMANN, 2018).

---

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [kenia.sarmento@aluno.uepb.edu.br](mailto:kenia.sarmento@aluno.uepb.edu.br);

<sup>2</sup> Doutorando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - PB, [rosalesuepb@gmail.com](mailto:rosalesuepb@gmail.com);

<sup>3</sup> Mestrando do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [everton\\_g3@hotmail.com](mailto:everton_g3@hotmail.com);

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB - PB, [caplima@uepb.edu.br](mailto:caplima@uepb.edu.br); Professor da UEPB – PB;

<sup>5</sup> Professor orientador: Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grade - UFCG, [keilamedeiros@ufrb.edu.br](mailto:keilamedeiros@ufrb.edu.br).



Nos destiladores solares, a destilação consiste no aquecimento da água pelos raios solares, propiciando a produção do vapor que, posteriormente, é condensado numa superfície fria e coletado como água-produto. Além disso, a destilação solar poderá produzir água pura a um custo razoável e os testes de laboratório mostram que o destilador pode eliminar, além de sólidos não voláteis, bactérias (BEZERRA, 1990).

Sharshir et al. (2016) afirmaram que a quantidade de água produzida por unidade de área por dia pode variar de acordo com o destilador, a insolação e as condições climáticas. Haja vista, que o destilador possui uma configuração geométrica permanente e a produção depende exclusivamente da insolação e das condições ambientais.

De acordo com Jani e Modi (2018) existem vários tipos de destiladores solar, tais como: pirâmide, cascata, multiestágio, filme capilar, mecha, entre outros. Existem alguns parâmetros que podem influenciar o desempenho de um destilador solar com relação à radiação incidente, entre eles, a transmitância da cobertura, a absorbância da cobertura, absorbância da bandeja e a capacidade térmica do sistema. A partir de tais parâmetros tem-se a energia absorvida pelo vidro, energia transmitida pelo vidro, energia absorvida pela bandeja, e a energia estocada no sistema. Considerando-se também as perdas de calor no sistema por meio da cobertura e das paredes (lateral e fundo).

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar diferentes tipos de destiladores solar para tratamento de águas contaminadas, com o intuito de torná-la dentro dos padrões de potabilidade.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

Para a elaboração deste trabalho utilizou-se inicialmente a leitura de livros didáticos referentes ao tema abordado, além de artigos científicos específicos dentro da temática publicada nos últimos anos, buscando um embasamento teórico, conhecendo melhor a relação entre os diferentes tipos de destiladores solar, dando um direcionamento para serem aplicados na potabilização de águas contaminadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A contaminação da água é o processo de introdução e adaptação de espécies que não fazem parte naturalmente de um dado ecossistema, mas que se naturalizam e passam a provocar mudanças em seu funcionamento. A introdução pode ser realizada intencional ou



acidentalmente, por vias humanas ou não. Ao contrário de muitos problemas ambientais que se amenizam com o tempo, a contaminação biológica tende a se multiplicar e espalhar, causando problemas de longo prazo que se agravam com o tempo e não permitem que os ecossistemas afetados se recuperem naturalmente (ALEGBELEYE e SANT'ANA, 2020).

Nos países em desenvolvimento e industrializados, um número crescente de organismos patogênicos estão contaminando o sistema de abastecimento de água. Cada vez mais, a saúde pública e as preocupações ambientais direcionam esforços para descontaminar as águas anteriormente consideradas limpas. Métodos mais eficazes, de baixo custo e robustos são necessários para desinfetar e descontaminar às águas da fonte ao ponto de uso, sem estressar ainda mais o meio ambiente ou pôr em risco a saúde humana (SHANNON, 2008).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água, destacando-se o destino final dos esgotos domésticos, e a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais. Além disso, a modernização da agricultura representa também uma fonte de contaminação das águas. Em muitos locais, o cultivo das lavouras é realizado sem práticas conservacionistas, podendo contaminar os mananciais de água das propriedades (MALHEIROS et al., 2009). A contaminação da água é aumentada com a destruição das matas ciliares, com o uso do solo fora da sua condição de melhor aptidão e com manejo inadequado do solo.

Jani e Modi (2018) relataram que a maioria da população mundial não tem acesso a água potável, e que é a principal causa de doenças transmitidas pela água, sendo responsável pela morte de mais de 6 milhões de crianças todos os anos. Além disso, a água contaminada geralmente pode conter vírus, bactérias, protozoários, impurezas físicas e químicas responsáveis por graves danos à saúde humana. Portanto, a água disponível nas várias fontes aquáticas (rios, lagos, oceanos e chuva) deve ser tratada. E tais poluentes e contaminantes podem ser eliminados por destilação usando energia proveniente da radiação solar.

A radiação solar está se tornando cada vez mais utilizada devida ser uma fonte inesgotável de energia natural que, juntamente com outras formas de energias renováveis, tem um grande potencial para uma ampla variedade de aplicações. A radiação solar está ganhando terreno rapidamente como um complemento às fontes não renováveis de energia, as quais têm um suprimento finito (ACRA et al., 1990).

Os destiladores solar pode variar desde os modelos convencionais (de simples efeito) até os modelos que foram desenvolvidos a partir deste modelo convencional, com o intuito de melhoria nos rendimentos e, conseqüente, diminuição dos custos. A seguir podemos observar



alguns modelos de destiladores solares: do tipo bandeja, tipo pirâmide, de filme capilar, do tipo mecha e o do tipo cascata.

O destilador solar do tipo bandeja é um dispositivo barato que produz água potável a partir de água salobra, utilizando a energia do sol. O fenômeno básico deste dispositivo é que a água salobra que fica dentro de um recinto fechado é evaporada usando o calor retido absorvido do sol. Então, esse vapor d'água é condensado nas paredes de vidro do destilador e depois é acumulado (IBRAHIM, ALLAM e ELSHAMARKA, 2015).

O destilador do tipo pirâmide possui as mesmas características do destilador do tipo bandeja, diferenciando apenas pela a sua cobertura superior que tem a forma de pirâmide. Além disso, a cobertura de vidro pode ser no formato triangular ou quadrada (SATHYAMURTHY et al., 2014).

O destilador do tipo filme capilar tem como principal característica o uso da propriedade de capilaridade da água (BOUCHEKIMA, 2002).

Os destiladores solares do tipo mecha se caracterizam por possuir uma espécie de tecido recobrando sua superfície de evaporação que fica cheio de água a ser destilada. Desta forma, a água passa lentamente através deste tecido poroso chamado mecha, absorvendo a radiação (KAVITI, YADAV e SHUKLA, 2016).

No destilador solar do tipo cascata, a radiação solar aquece a água que evapora e é coletada na parte inferior da tampa de vidro, devido à pequena distância entre a tampa e a placa absorvedora de calor, o destilador fica rapidamente saturado com a água (CARDOSO, 2020). Este destilador apresenta maior produtividade e eficiência se comparado com outros modelos.

A produtividade do destilador solar depende dos parâmetros naturais como intensidade da radiação solar, velocidade do vento e da temperatura ambiente. Os parâmetros de construção também afetam a produtividade, como a diferença de temperatura entre a placa de cobertura e a água, profundidade da água da bandeja, inclinação e espessura do vidro (VELMURUGAN; SRITHAR, 2011).

Os processos de transferência de calor da bandeja para a cobertura, e da cobertura para o exterior devem ser otimizados com o objetivo de maximizar a produtividade do destilador solar. A variação destes processos de transferência de calor depende de vários fatores como: a variação da intensidade de radiação solar, a variação da temperatura e da umidade ao longo do dia, a latitude e a longitude do local, a velocidade do ar incidente na superfície do destilador, a espessura da cobertura, a orientação e a inclinação da cobertura, a profundidade da água na



bandeja, as características dos materiais constituintes do destilador e a utilização de refletores aumenta o fluxo de calor da radiação melhorando o rendimento (DUFFIE; BECKMAN, 2013; SELVARAJ; NATARAJAN, 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A destilação solar consiste no aquecimento da água pelos raios solares, propiciando a produção do vapor que, posteriormente, é condensado numa superfície fria e coletado como água-produto, podendo produzir água pura a um custo razoável e os testes de laboratório mostram que o destilador pode eliminar, além de sólidos não voláteis, as bactérias. Independente do tipo de destilador solar escolhido, a sua produtividade vai depender dos parâmetros naturais como intensidade da radiação solar, velocidade do vento e da temperatura ambiente. Os parâmetros de construção também afetam a produtividade, como a diferença de temperatura entre o vidro de cobertura e a água, profundidade da água da bandeja, inclinação e espessura do vidro. Portanto, foi possível constatar que podem ser utilizados diferentes tipos de destiladores usando energia proveniente da radiação solar. E a escolha correta que mais se adequa para a potabilização da água contaminada vai depender de considerações econômicas, técnicas e ambientais de cada modelo do destilador solar.

**Palavras-chave:** Energia, Destiladores solar; Potabilidade, Água contaminada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ACRA, A.; JURDI, M.; MU'ALLEM, H.; KARAHAGOPIAN, Y.; RAFFOUL, Z. **Water Disinfection by Solar Radiation: Assessment and Application**. 79p., First edition. Canada: IDRC, 1990.

ALEGBELEYE, O. O.; SANT'ANA, A. S. Manure-borne pathogens as an important source of water contamination: An update on the dynamics of pathogen survival/transport as well as practical risk mitigation strategies. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 227, p. 1-20, 2020.

BEZERRA, A. M. **Aplicações Práticas da Energia Solar**. 1ª. Edição, Editora: Nobel, 1990.



BOUCHEKIMA, B. A Solar Desalination Plant for Domestic Water Needs in Arid Areas of South Algeria. **Desalination**, v. 153, p. 65-69, 2002.

BRASIL. **Portaria de consolidação de nº 5 de 28 de setembro de 2017 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.

CARDOSO, M. K. B. **Análise Térmica e Hidrodinâmica de um Dessalinizador Solar Tipo Ondular**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020. No prelo.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar Engineering of Thermal Processes**. Fourth Edition, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013.

IBRAHIM, A. G. M.; ALLAM, E. E.; ELSHAMARKA, S. E. A modified basin type solar still: experimental performance and economic study. **Energy**, v. 93, p.335-342. 2015.

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

JANI, H. K.; MODI, K. V. A review on numerous means of enhancing heat transfer rate in solar-thermal based desalination devices. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 93, p. 302-317, 2018.

KAVITI, A. K.; YADAV, A.; SHUKLA, A. Inclined solar still designs: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 429-451, 2016.

MALHEIROS, P. S.; SCHÄFER, D. F.; HERBERT, I. M.; CAPUANI, S. M.; SILVA, E. M.; SARDIGLIA, C. U.; SCAPIN, D.; ROSSI, E. M.; BRANDELLI, A. Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 2, p. 305-308, 2009.

SATHYAMURTHY, S.; KENNADY, H. J.; NAGARAJAN, P. K.; AMIMUL, A. Factors affecting the performance of triangular pyramid solar still. **Desalination**, v. 344, p. 383-390, 2014.

SELVARAJ, K.; NATARAJAN, A. Factors influencing the performance and productivity of solar stills – A review, **Desalination**, 435 (2018) 181-187.

SHANNON, M. A.; BOHN, P. W.; ELIMELECH, M.; GEORGIADIS, J. G.; MARINAS, B. J.; MAYES, A. M. Science and technology for water purification in the coming decades. **Nature**, v. 452, p. 301-310, 2008.

SHARMA, S.; BHATTACHARYA, A. Drinking water contamination and treatment techniques. **Applied Water Science**, v. 7, p. 1043-1067, 2017.

SHARSHIR, S.W.; YANG, N.; PENG, G.; KABEEL, A. E. Factors affecting solar stills productivity and improvement techniques: A detailed review. **Applied Thermal Engineering**, v. 100, p. 267-284, 2016.

VELMURUGAN, V.; SRITHAR, K. Performance analysis of solar stills based on various factors affecting the productivity – a review, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 15 p. 1294- 1304, 2011.