

## DIFERENTES TIPOS DE DESCONTAMINAÇÃO SOLAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Kênia Kelly Freitas Sarmiento<sup>1</sup>  
Karyna Steffane da Silva<sup>2</sup>  
Keila Machado de Medeiros<sup>3</sup>  
Carlos Antônio Pereira de Lima<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A atual escassez de água está acontecendo de forma acelerada e também podem representar regiões sob estresse em relação à qualidade da água e impactando um número crescente de consumidores de água residenciais, comerciais, industriais e agrícolas em todo o mundo (KIM et al., 2016; MISHRA et al., 2021). No cenário atual, as águas subterrâneas são uma fonte estratégica para diferentes usos, entretanto o seu uso descontrolado e as inadequadas formas de uso e ocupação do solo podem comprometer a qualidade e a quantidade da água (BARBOSA et al., 2011).

No entanto, a água subterrânea é suscetível à poluição, em critério da exposição a processos como a urbanização, com o crescimento industrial, as atividades agrícolas e de mineração (CATÃO et al., 2021). De acordo com Delaire et al (2021) existem vários fatores de riscos naturais e humanos à qualidade da água para as águas subterrâneas que podem conter seu uso e demandar tratamento antes do consumo.

As doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem humana ou animal, transmitidas pela rota fecal e oral, que são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado pela água (ABU AMRA; YASSIN, 2008).

A qualidade da água para o consumo humano é de grande importância, pois se não for tratada consegue veicular contaminantes relacionados a problemas de saúde. Desta forma, a água destinada ao consumo humano necessita ser potável e estar em conformidade com os

---

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

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [karynasteffane@hotmail.com](mailto:karynasteffane@hotmail.com);

<sup>3</sup> Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG - PB, [keilamedeiros@ufrb.edu.br](mailto:keilamedeiros@ufrb.edu.br)

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

padrões microbiológico, físico-químico e radioativo, a fim de não oferecer riscos à saúde de acordo com a Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

Existe um crescente interesse na utilização direta da energia solar para diversos fins, como por exemplo, na descontaminação de águas. 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. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo investigar diversos métodos de descontaminação de águas via energia solar.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho se constitui de uma revisão bibliográfica sobre descontaminação de água via energia solar existentes na literatura. A pesquisa foi realizada nas principais e mais importantes bases de dados (ScienceDirect, Web of Science, SciELO, PubMed e Scopus) nacionais e internacionais da área de dessalinização e energia solar disponíveis na internet, selecionados os artigos entre o período de 2003 a 2022, contemplando os trabalhos acadêmicos e os livros-texto especializados que foram publicados nos últimos anos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir do estudo realizado, foi possível identificar vários tipos de descontaminação solar para aplicação na potabilização de águas, por ser um método eficiente e de baixo custo. A energia solar apresenta uma característica importante que é a de não ser poluente, podendo ser utilizada de forma concentrada ou não, dependendo da maneira como ela for captada, os níveis de temperatura obtidos podem variar desde a temperatura ambiente até alguns milhares de graus centígrados (KALOGIROU, 2014).

O estudo de Malato et al. (2009) considera que as temperaturas de até de 40 °C não provocam diferença nas velocidades da desinfecção dos agentes patogênicos, mas a partir de temperaturas superiores a 45°C acontece um sinergismo entre o aquecimento térmico e a radiação UV acelerando e melhorando a desinfecção solar.

Com elevação da temperatura da água e até mesmo fervura durante um determinado tempo é possível à inativação de microrganismos como bactérias, vírus e protozoários. As bactérias são passíveis de inativação em curtos períodos de fervura e em temperaturas entre

62-72 °C, a *Escherichia coli* e a *Salmonella typhi* são removidas em menos de dois segundos de exposição (COSTA et al., 2021; FIORESE et al., 2019).

Em um sistema baseado em radiação solar para desinfecção de vírus e bactérias foi possível ter a eficiência de remoção/inativação de *Escherichia coli* de 100%, muito maior do que a de filtração simples comparada a técnicas de tratamento avançadas como as membranas de micro e ultrafiltração (NASCIMENTO et al., 2018).

A utilização do sistema Solar (SODIS), na qual com a utilização de energia solar associada à alta temperatura (superior a 60 °C) promove a eliminação dos microrganismos presentes na água (OATES, SHANAHAN e POLZ, 2003; VALENZUELA et al., 2010 ). Da mesma forma no Brasil é comum utilizar o cloro para fazer a desinfecção durante o tratamento de água. (CRITTENDEN, 2005).

De acordo com Zainudin, Hasan e Abdullah (2018), em países em desenvolvimento como a Malásia, a cloração é uma das técnicas mais popular para desinfetar a água e bastante utilizada.

Asadi et al. (2013) realizaram o tratamento de águas residuais sanitárias e industriais em um dessalinizador solar. Os testes foram realizados em escala piloto com uma área efetiva de 0,8 m<sup>2</sup>. A eficiência de remoção de demanda química de oxigênio (DQO) do dessalinizador foi superior a 86,83 ± 3,45%. Foi obtida uma água dentro dos padrões de qualidade em relação aos sólidos totais dissolvidos (STD). O método também teve sucesso na remoção de bactérias. Quanto às contagens de bactérias heterotróficas, foram enumeradas e determinadas à porcentagem de inativação da contagem de placas heterotróficas (CPH) com uma redução superior a 86,75 ± 10,88%.

Pichel et al. (2018) avaliaram o problema de acesso à água potável e apresentaram a revisão intensiva de tecnologias convencionais e avançadas de tratamento de água, para a inativação de microrganismos patogênicos na água, portanto, de grande importância para a saúde e o bem-estar. Um desses métodos alternativos é a desinfecção solar conhecida também como SODIS, que é reconhecida pela World Health Organization como um dos métodos mais adequados para a produção de água potável em países em desenvolvimento. SODIS é baseado exclusivamente na utilização de energia solar, e sua eficácia diz respeito a eliminação de patógenos da água.

Wilson et al. (2019) utilizaram um destilador solar caseiro que utiliza um absorvedor de radiação flutuante que foi sintetizado a partir de materiais domésticos tradicionais e uma eficiência fototérmica de 80% foi alcançada sob irradiação solar. Além disso, o novo absorvedor flutuante é fácil de fabricar, pois não requer instrumentos de laboratório

sofisticados ou experimentos. Além dos níveis de salinidade da água, a água purificada obtida da purificação foi testada para colônias de bactérias e nenhuma unidade formadora de colônia (UFC) estava presente, o que novamente sugere que a água purificada obtida é potável. Os resultados deste trabalho devem motivar novas pesquisas em materiais fototérmicos simplistas e de baixo custo e sua aplicação na produção de água potável.

Chu et al. (2019) estudaram diferentes tecnologias solares não convencionais, de baixo custo que requerem infraestrutura mínima, na desinfecção da água em áreas rurais. Os materiais que podem coletar a luz do sol de maneira eficiente para produzir agentes desinfetantes são essenciais para superar o desempenho de desinfecção das técnicas convencionais no ponto de uso. Os mesmos concluem que diferentes tecnologias de desinfecção solar devem ser aplicadas dependendo da qualidade da água da fonte e do patógeno alvo devido a variações significativas na suscetibilidade dos componentes microbianos a desinfetantes distintos.

Zuluaga-Gomez et al. (2019) realizaram um estudo de revisão de técnicas de desinfecção, descontaminação e dessalinização da água, apresentando características e últimas inovações de vários pesquisadores. Os produtos residuais dessas técnicas também são chamados de “subprodutos”, são utilizados para exploração em duas ou três etapas (piscicultura ou irrigação de safras). Também foram revisados diversos métodos de purificação de água baseados em técnicas microbiológicas, químicas e físicas. O estudo procurou explicar os últimos avanços em destiladores solares, mas também, como estudos recentes têm usado melhorias para aumentar o rendimento da água destilada, como coletores solares e materiais de mudança de fase.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A disponibilidade e fornecimento de água é um dos principais problemas em muitas regiões do mundo, e 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. Um sistema baseado em radiação solar para desinfecção de vírus e bactérias foi possível ter a eficiência de remoção/inativação de *Escherichia coli* de 100%. Portanto, os estudos evidenciaram que os tipos de descontaminação solar desde as tecnologias convencionais como o Sodis e avançadas de tratamento de água como os sistemas de destiladores, são viáveis por possuírem alternativa de baixo custo e que atendem as características desejadas em conformidade com a portaria

vigente, conseguindo dessalinizar a água de forma eficiente, inativando os microrganismos patogênicos.

**Palavras-chave:** Desinfecção bacteriana, Água Potável, Sodis, Destilador solar.

## **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**

ASADI, R. Z.; SUJA, F.; RUSLAN, M. H.; JALIL, N. A. The application of a solar still in domestic and industrial wastewater treatment. **Solar Energy**, v. 93, p. 63-71, 2013.

ABU AMRA, S. S.; YASSIN, M. M. Microbial contamination of the drinking water distribution system and its impact on human health in Khan Yunis Governorate, Gaza Strip: Seven years of monitoring (2000-2006). **Public Health**, v. 122, p. 1275-1283, 2008.

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.

BARBOSA, M. C.; CARVALHO, A. M.; IKEMATSU, P.; FILHO, J. L. A.; CAVANI, A. C. M. Avaliação do perigo de contaminação do sistema aquífero Guarani em sua área de afloramento do estado de São Paulo decorrente das atividades agrícolas. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 25, n.1, p.1-14, 2011.

CATÃO, R. L. C. M do R.; OLIVEIRA, R. de .; FEITOSA, P. H. C.; RODRIGUES, A. C. L.; SILVA, Cia da .; BEZERRA, E. B. N.; CATÃO, W. V; GUEDES, M. T de J. C. Avaliação da contaminação das águas subterrâneas e dos riscos associados a esses usos em uma microbacia urbana em Campina Grande-PB. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, pág. e164101420168, 2021.

CHU C.; RYBERG E. C.; LOEB S. K.; SUH MIN-JEONG, AND KIM JAE-HONG. **Water Disinfection in Rural Areas Demands Unconventional Solar Technologies.** Accounts of Chemical Research, 2019.

CRITTENDEN, J.C. Water Treatment - Principles and Design. Ed. 2. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978 0 471 11 0187. 2005.

DELAIRE, C.; POULIN, C.; LAPWORTH, D.; SMEDLEY, P.; KLINGBEIL, R., WAGNER, F., E BOVING, T. **Assessing groundwater quality: a global perspective: importance, methods and potential data sources.** 2021.

FIGLIANO, C. H. U.; ANDRADE, D.; AGRIZZI, E. M.; TORRES, H. Análise preliminar dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do córrego paraíso – trecho urbano do distrito de Vieira Machado, em Muniz Freire-ES. *Agrarian Academy*. v. 6, n.11, p. 22-34. 2019.

KALOGIROU, S. A. **Solar Energy Engineering Processes and Systems**. 815p. Second Edition, Academic Press, 2014.

KIM, S. H.; HEJAZI, M.; LIU, L.; CALVIN, K.; CLARKE, L.; EDMONDS, J.; DAVIES, E. Balancing global water availability and use at basin scale in an integrated assessment model. *Climatic Change*, v. 136, p. 217-231, 2016.

MISHRA, B. K.; KUMAR, P.; SARASWAT, C.; CHAKRABORTY, S.; GAUTAM, A. Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. **Water**, v. 13, n. 4, p. 490, 2021..

MALATO, S.; FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ, P.; MALDONADO, M.I.;BLANCO, J.; GERNJAK, W. Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends. **Catalysis Today**, v. 147, n. 1, p.1-59, 2009.

NASCIMENTO, F. T.; NASCIMENTO, C. A.; SPILKI, F. R.; STAGGEMEIER, R.; LAUER JÚNIOR, C. M. Efficacy of a solar still in destroying virus and indicator bacteria in water for human consumption. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 4, p. 1-12, 2018.

OATES, Peter M.; SHANAHAN, Peter; POLZ, Martin F. Solar disinfection (SODIS): simulation of solar radiation for global assessment and application for point-of-use water treatment in Haiti. **Water research**, v. 37, n. 1, p. 47-54, 2003.

PICHEL, N.; VIVAR, M.; FUENTES, M. The problem of drinking water access: A review of disinfection technologies with an emphasis on solar treatment methods. **Chemosphere**, 2018.

VALENZUELA, E.; ALVAREZ, P. E.; EAPEN, D.; BRITO, D.; CAMAS, K.; DIAZ, G.; DIAZ, K.; SPINOSA, F.; VAZQUEZ, C. Water disinfection by solar radiation in a green house effect device. *Int J Global Warm*, v. 2, n. 1, p. 48-56. 2010.

WILSON, H. M.; SHAKEELUR RAHMAN, A.R.; ANKITA, E. P.; NEETU J. Ultra-low cost cotton based solar evaporation device for sea water desalination and waste water purification to produce drink able water. **Desalination**, 2019.

ZULUAGA-GOMEZ, J.; BONAVERI P.; ZULUAGA, D.; ÁLVAREZ-PEÑA C.; RAMÍREZ-ORTIZ, N. Techniques for Water Disinfection, Decontamination and Desalinization: A Review. **Desalination and Water Treatment**, p. 47-63, 2020.

ZAINUDIN, F.; HASAN, H.; ABDULLAH, S, R. An overview of the technology used to remove trihalomethane (THM), trihalomethane precursors, and trihalomethane formation potential (THMFP) from water and waste water. **Journal of industrial and Engineering Chemistry**, v. 57, p. 1-14, 2018.