

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM PROTÓTIPO, BASEADO NO MÉTODO SODIS, PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA DE ORIGEM PLUVIAL

Vitor Kendi Aquinaga ¹
Gerson Araujo de Medeiros ²

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Uma das fontes acessíveis de água doce no meio rural é aquela proveniente das chuvas. Todavia, dependendo da forma de coleta, essa água necessita de tratamento. A técnica conhecida como Solar Water Desinfection (SODIS) tem sido aplicada e testada em países em desenvolvimento, pela sua simplicidade e baixo custo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de um protótipo, baseado nos princípios do tratamento pelo método SODIS, para tratar água da chuva. O protótipo foi construído e testado na cidade de Sorocaba, estado de São Paulo. Garrafas PET de 1,5 L foram acomodadas em estrutura de PVC, com dois tipos de superfície refletora: com e sem papel alumínio. Durante o processo de tratamento e desinfecção da água foi monitorada a temperatura do ar, por meio de estação meteorológica, e a temperatura da água, por meio de termômetro infravermelho. As análises da qualidade da água bruta e tratada incluíram os seguintes parâmetros: temperatura, coliformes totais e termotolerantes. Os resultados mostraram que a temperatura da água alcançou o máximo de 48 °C, considerando três dias de amostragem, inferior àquela recomendada para a desinfecção bacteriológica. Todavia, observou-se um efeito positivo na redução dos coliformes totais e termotolerantes. Os resultados indicam o potencial do uso do método SODIS para o tratamento de água da chuva em comunidades desprovidas de fornecimento de água tratada.

Palavras-chave: Qualidade da água; Segurança hídrica; Tecnologia social.

¹Engenheiro Ambiental Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Unesp – Departamento Engenharia Ambiental, vitor.kendi@unesp.br.

²Prof. Dr. Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Unesp – Departamento Engenharia Ambiental, gerson.medeiros@unesp.br.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a população atendida por redes de abastecimento de água atingiu cerca de 161 milhões de pessoas, ou 76% da população, em 2018 (BRASIL, 2019). Todavia, em 2013 somente 32% dos domicílios da zona rural recebia água tratada, gerando um quadro de vulnerabilidade quanto a segurança hídrica (IBGE, 2014). Assim, o desenvolvimento de tecnologias e métodos para o tratamento da água assume importância, especialmente se voltadas a populações desassistidas e vulneráveis ambiental, social e economicamente, como aquelas do meio rural ou periurbano (BLANCO et al., 2016; ARANTES et al., 2015).

O método Solar Water Desinfection (SODIS) é uma técnica que consiste em colocar água em recipientes transparentes de plástico ou vidro, os quais são expostos a luz solar, em intervalos de tempo que variam de 6 a 48 h, dependendo da intensidade da radiação solar e da sensibilidade dos patógenos (McGUIGAN et al., 2012). Seu efeito germicida é baseado na combinação de dois fenômenos: o aquecimento térmico e a radiação ultravioleta (UV) (McGUIGAN et al., 2012). Segundo esses autores, pela sua simplicidade e baixo custo, o SODIS se popularizou e tem sido disseminado em mais de 50 países da Ásia, América Latina e África, abrangendo uma população superior a 5 milhões de pessoas.

No Brasil, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos para o aprimoramento dessa técnica, tanto para água de consumo quanto efluentes líquidos, destacando-se Moreira & Paterniani (2005) dentre outros.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um protótipo, baseado nos princípios do tratamento por SODIS, para tratar água da chuva e promover a segurança hídrica em áreas do meio rural e periurbano, desprovidas de acesso à água potável.

METODOLOGIA

Características dos Ensaios

A instalação e especificação dos protótipos podem ser visualizados na Figura 1. Esses protótipos foram dispostos no sentido Leste-Oeste e expostos a luz solar durante 6 h, para inativação dos coliformes, seguindo recomendação de McGuigan et al. (2012).



Especificações: garrafas PET de 1,5 L, incolores, assentadas em calha de PVC, diâmetro de 120 mm. (A): calha sem qualquer recobrimento na superfície. (B) calha recoberta com folha de alumínio, para concentrar a radiação solar (B)

Figura 1. Especificações e instalação dos protótipos do método SODIS.

Coleta e análise da água pluvial

A coleta de água foi realizada na cisterna instalada no prédio do Campus, nas seguintes datas e condições meteorológicas: 13 de fevereiro (chuvosa), 18 de fevereiro (nublado) 23 de fevereiro (ensolarado). As medições de temperatura da água foram realizadas, com termômetro infravermelho, em intervalos de 15 minutos. Os parâmetros de levantados na água bruta e tratada incluíram: temperatura, coliformes totais e termotolerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de temperatura medidos nas três datas de coleta, tanto nas garrafas PET, quanto no ambiente. A tendência de elevação de temperatura do ambiente foi observada em ambos os protótipos. Todavia, em todas as datas de coleta, não se atingiu a temperatura de 60 °C nos protótipos, recomendada para a desinfecção biológica (MOREIRA & PATERNIANI, 2005). O efeito da cobertura para concentrar a radiação solar levou a uma máxima diferença de temperatura média de 0,5 °C, em 23 de fevereiro.

A Tabela 2 apresenta os resultados da água bruta e aquela tratada nos dois protótipos avaliados. Os resultados demonstraram que a água da chuva apresentou valores reduzidos de coliformes totais e termotolerantes, quando comparados àqueles observados em rios de áreas urbanas, como os levantados por Medeiros et al. (2017).

Tabela 1. Temperatura da água no protótipo sem refletor (PET SR) e com refletor (PET DR), e temperatura do ambiente (Ar.), em Sorocaba, São Paulo, em 2021.

Ambiente	Média	Máx.	Mín.	DP	CV
----- °C -----					%
13 de fevereiro					
PET SR	22,6	27,3	16,5	2,33	10,3
PET CR	22,3	27,1	16,1	2,32	10,4
Ar	22,7	28,1	24,8	1,18	4,4
18 de fevereiro					
PET SR	37,0	46,0	26,0	5,93	16,0
PET CR	37,2	46,0	26,8	5,85	15,7
Ar	27,9	30,6	24,4	2,16	7,7
23 de fevereiro					
PET SR	41,0	48,5	25,5	6,56	16,0
PET CR	41,5	48,8	26,0	6,46	15,6
Ar	29,8	33,2	25,3	2,90	9,7

Média: temperatura média; Máx: temperatura máxima; Mín: temperatura mínima; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação

Tabela 2. Análise microbiológica da água bruta (A. bruta), da água tratada no protótipo sem refletor (PET SR) e com refletor (PET DR), em Sorocaba, São Paulo, em 2021.

Água	13 de fevereiro		18 de fevereiro		23 de fevereiro	
	C. total	<i>E. coli</i>	C. total	<i>E. coli</i>	C. total	<i>E. coli</i>
----- NMP/100 mL -----						
A. bruta	129,6	111,2	49,5	8,1	19,3	0
PET SR	2419,6	0	34,1	0	0	0
PET CR	2419,6	0	17,4	0	0	0

C. total: coliformes totais; *E. coli*: Escherichia coli

No primeiro dia do ensaio (13 de fevereiro) a água bruta apresentou os maiores níveis de contaminação. Essa condição, associada à temperatura média do ar mais baixa em relação às demais datas de coleta, permitiu um aumento da quantidade de coliformes totais após o tratamento pelo método SODIS. Tal fenômeno não foi observado nas demais datas. Portanto, as condições meteorológicas de temperatura e nebulosidade podem afetar o tratamento SODIS, devendo ser levado em consideração na sua disseminação em regiões de condições climáticas contrastantes, como aquelas do território brasileiro.

Os resultados da Tabela 2 demonstraram que em todas as datas de coleta houve uma inativação de *Escherichia coli*, apesar da temperatura média ter ficado abaixo de 60 °C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que a água da chuva apresentou características microbiológicas melhores em relação àquelas observadas em córregos urbanizados. O método SODIS foi eficiente na inativação de coliformes termotolerantes. Pelo seu custo e possibilidade de reuso de resíduos, como a garrafa PET, pode ser uma alternativa de fonte de água para comunidades periurbanas de áreas metropolitanas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ARANTES, C.C.; PATERNIANI, J.E.S.; RODRIGUES, D.S.; HATORI, P.S.; PIRES, M.S.G. Diferentes formas de aplicação da semente de Moringa oleifera no tratamento de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.266–272, 2015.

BLANCO, L.M.; MINHONI, R.T.A.; COSTA, G.H.G. Extrato de acácia negra no tratamento primário de água fluvial. **Environmental Science: Water Research & Technology**, v.1, n.1, p. 11-16, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.: il.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 130p.

McGUIGAN, K.G.; CONROY, R.M.; MOSLER, H.-J.; PREEZ, M.; UBOMBA-JASWA, E.; FERNANDEZ-IBAÑEZ, P. Solar water disinfection (SODIS): A review from bench-top to roof-top. **Journal of Hazardous Materials**, v.236, p. 29–46, 2012.

MEDEIROS, G.A.; TRESMONDI, A.C.C.L.; QUEIROZ, B.P.V. et al. Water quality, pollutant loads, and multivariate analysis of the effects of sewage discharges into urban streams of Southeast Brazil. **Energy, Ecology and Environment**, v.2, p.259-276, 2017.

MOREIRA, M.J.; PATERNIANI, J.E.S. Uso de garrafas pet e energia solar na desinfecção de águas em comunidades rurais. **Engenharia Ambiental**, v.2, n.1, p.60-69, 2005