

INATIVAÇÃO DE COLIFORMES POR LÂMPADAS ULTRAVIOLETAS SUBMERSAS EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS

GABRIELA MESQUITA¹, FÁTIMA FIA², DÉBORA FIALHO³

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, (35) 98896-8167, gabriela.m7@hotmail.com

² Profa. Associada I do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da UFLA, (35)3829 5235, fatimarlf@ufla.br

³ Mestre em Tecnologias e Inovações Ambientais, UFLA, (35) 3829 1184, desbio@bol.com.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A elevada demanda de água para uso humano e industrial, associada à deterioração de corpos d'água por efluentes não tratados, tem promovido a busca constante por novas técnicas de tratamento de águas residuárias, visando o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, surge a desinfecção de efluentes domésticos através de lâmpadas emissoras de radiação ultravioleta. Trata-se de um tratamento aplicado como alternativa à cloração, já que não produz subprodutos tóxicos na água. O estudo proposto objetiva a avaliação da eficiência do uso de lâmpadas germicidas para remoção de Coliformes Totais e Termotolerantes e a determinação do melhor tempo de contato da lâmpada com o efluente. A análise foi feita com uma única lâmpada de radiação ultravioleta de 75 W, acoplada a um sistema que permite a entrada do efluente sanitário da ETE avaliada por fluxo de batelada. Os tempos de contato avaliados foram de 10, 20, 30, 40 e 50 segundos. Os resultados revelaram que a remoção foi de até 2 log para Coliformes Totais e Termotolerantes e o melhor tempo de contato foi 40 segundos para Coliformes Totais e 20 segundos para Coliformes Termotolerantes, permitindo concluir que o sistema mostrou-se eficiente para a adequação das variáveis estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: efluente sanitário, radiação UV, tratamento terciário

INACTIVATION OF COLIFORMS BY UNDERWATER ULTRAVIOLET LAMPS IN WASTEWATER

ABSTRACT: The high demand for water for human and industrial use, associated with the deterioration of water bodies by untreated effluents, has promoted the constant search for new techniques of wastewater treatment, aiming the socioeconomic development and the environmental sustainability. In this context, disinfection of domestic effluents occurs through ultraviolet radiation emitting lamps. It is a treatment applied as an alternative to chlorination, as it does not produce toxic by-products in the water. The proposed study aims to evaluate the efficiency of the use of germicidal lamps for the removal of Total and Thermotolerant Fecal Coliforms and the determination of the best contact time of the lamp with the effluent. The analysis was done with a single lamp of 75 W ultraviolet radiation, coupled to a system that allows the entrance of the sanitary effluent of the estation evaluated by batch flow. The contact times evaluated were 10, 20, 30, 40 and 50 seconds. The results showed that the removal was up to 2 log for Total and Thermotolerant Coliforms and the best contact time was 40 seconds for Total Coliforms and 20 seconds for Thermotolerant Coliforms, allowing to conclude that the system was efficient for the adequacy of the studied variables.

KEYWORDS: sanitary effluent, UV radiation, tertiary treatment

INTRODUÇÃO: A gestão de águas residuárias é uma necessidade mundial, uma vez que a qualidade dos recursos hídricos está cada vez mais ameaçada pela disposição de efluentes indevidamente tratados em corpos de água. A disposição inadequada pode trazer prejuízos ao meio ambiente, à vida aquática e, principalmente, à humana. Conseqüentemente, a falta de acesso ao saneamento básico favorece a disseminação de doenças de veiculação hídrica. Nesse contexto, uma das estratégias para contornar esse obstáculo é o tratamento de efluentes, seguido pela sua disposição final adequada ou pelo seu reuso para fins menos nobres. A utilização de técnicas para o tratamento químico, biológico e físico de águas residuárias tornou-se um processo fundamental para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, além da redução da incidência e proliferação de doenças. Dentre os tratamentos químicos, destaca-se a remoção de patógenos por lâmpadas emissoras da radiação ultravioleta (UV). A emissão de radiação UV constitui um tratamento terciário, aplicado após a passagem do efluente pelas demais unidades de tratamento, visando à remoção de Coliformes Totais, Termotolerantes e *Escherichia Coli*. O uso de lâmpadas germicidas no tratamento final apresenta diversas vantagens, uma vez que não gera subprodutos tóxicos na água, é de simples instalação e manutenção e requer baixa área para seu funcionamento. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação da inatividade de Coliformes Totais e Termotolerantes (indicadores de patógenos) de efluente sanitário, após sua passagem pelo tratamento com lâmpada ultravioleta submersa. Também se tem como objetivo a definição do tempo de contato (do efluente com a lâmpada) mais adequado, que promova a inativação da maioria desses microrganismos, de forma viável e atendendo aos valores expressos nas normas vigentes para os tipos de reuso pretendidos ou para sua disposição final.

MATERIAL E MÉTODOS: Os ensaios experimentais foram realizados em um reator de desinfecção ultravioleta construído em escala de bancada. O reator foi desenvolvido em PVC, com capacidade máxima de 7,8 L, e as seguintes dimensões: um metro de altura e 100 mm de diâmetro. A lâmpada de radiação UV foi acoplada na tampa do reator, dentro de um tubo de quartzo e ficou submersa no efluente amostrado, possibilitando a entrada do fluxo por batelada. Na parte externa foi colocada uma mangueira de nível e três torneiras de saída, posicionadas a 10 cm do fundo e a 30 cm uma da outra (Figura 1).



FIGURA 1. Sistema de desinfecção UV instalado na ETE/UFLA.

O reator foi completamente revestido internamente com papel alumínio para simular as condições de reflexão presentes no reator da estação, que é de aço inox. A lâmpada do reator de bancada foi idêntica à utilizada pela estação, da marca PHILIPS TUV36T5 HO 4P SE 75 W.

Foram realizados três ensaios de amostragem, em sete pontos, sendo eles: antes da passagem do efluente pela radiação UV e após o contato com lâmpada UV por 10 (tempo de projeto da ETE), 20, 30, 40 e 50 segundos. As amostras foram obtidas pela retirada do efluente da torneira em posição intermediária. Coletadas as amostras, foram feitas as análises de Coliformes Totais e Termotolerantes, cor, turbidez e pH. A análise e a quantificação de coliformes foram feitas de acordo com a metodologia descrita pelo “Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater” [1]. A análise de cor foi feita utilizando-se o Espectrofotômetro, a de turbidez utilizando-se o Turbidímetro e a de pH utilizando-se o phmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Através das análises microbiológicas, foram elaboradas as Tabelas 1 a 3, de forma que a Entrada representa a condição inicial do efluente, antes da passagem pelo sistema de desinfecção UV, enquanto os pontos 10”, 20”, 30”, 40” e 50” representam os tempos de contato estudados:

TABELA 1. Avaliação de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, Turbidez, pH e Cor para os pontos: Entrada, 10”, 20”, 30”, 40” e 50” (Ensaio 1).

Ensaio 1					
	Coliformes Totais ^[A]	Coliformes Termotolerantes ^[A]	Turbidez ^[B]	pH	Cor ^[C]
Entrada	1,7 x 10 ⁶	2,2 x 10 ⁴	5,81	6,97	162,76
10”	4,6 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁴	5,25	7,20	156,70
20”	4,6 x 10 ⁴	9,4 x 10 ²	6,70	7,04	156,70
30”	1,3 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁴	6,01	7,60	150,63
40”	2,3 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴	6,05	7,00	159,73
50”	7,9 x 10 ⁴	2,2 x 10 ³	5,82	7,00	156,70

^[A] Número de Coliformes sobreviventes à exposição de radiação UV em Número Mais Provável /100 mL (NMP/100 mL).

^[B] Valores de Turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT).

^[C] Cor em mg L⁻¹ de Pt/Co.

TABELA 2. Avaliação de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, Turbidez, pH e Cor para os pontos: Entrada, 10”, 20”, 30”, 40” e 50” (Ensaio 2).

Ensaio 2					
	Coliformes Totais ^[A]	Coliformes Termotolerantes ^[A]	Turbidez ^[B]	pH	Cor ^[C]
Entrada	4,9 x 10 ⁵	3,5 x 10 ³	3,60	7,25	93,00
10”	1,3 x 10 ⁵	2,3 x 10 ²	3,68	7,25	77,83
20”	3,3 x 10 ⁴	2,3 x 10 ²	3,08	7,21	74,80
30”	3,3 x 10 ⁴	2,0 x 10 ¹	3,81	7,28	77,83
40”	7,9 x 10 ³	< 1,8 x 10 ¹	3,29	7,22	71,77
50”	1,3 x 10 ⁵	< 1,8 x 10 ¹	4,02	7,24	86,93

^[A] Número de Coliformes sobreviventes à exposição de radiação UV em Número Mais Provável /100 mL (NMP/100 mL).

^[B] Valores de Turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT).

^[C] Cor em mg L⁻¹ de Pt/Co.

TABELA 3. Avaliação de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes, Turbidez, pH e Cor para os pontos: Entrada, 10”, 20”, 30”, 40” e 50” (Ensaio 3).

Ensaio 3					
	Coliformes Totais ^[A]	Coliformes Termotolerantes ^[A]	Turbidez ^[B]	pH	Cor ^[C]
Entrada	1,3 x 10 ⁶	3,3 x 10 ⁴	3,79	6,71	105,13
10”	1,3 x 10 ⁵	7,0 x 10 ³	3,98	6,88	105,13
20”	3,3 x 10 ⁴	7,9 x 10 ³	3,92	6,85	102,10
30”	4,9 x 10 ⁴	4,9 x 10 ³	3,58	7,13	96,03
40”	3,3 x 10 ⁴	1,7 x 10 ³	3,77	7,00	96,03
50”	4,9 x 10 ⁴	1,7 x 10 ³	4,36	7,10	96,03

^[A] Número de Coliformes sobreviventes à exposição de radiação UV em Número Mais Provável /100 mL (NMP/100 mL).

^[B] Valores de Turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT).

^[C] Cor em mg L⁻¹ de Pt/Co.

Foi realizada também a análise estatística dos dados, pelo teste de Tukey, utilizando três repetições, e nível de 5% de significância (α), cujos resultados podem ser conferidos na Tabela 4.

TABELA 4. ANOVA do método de remoção de Coliformes Totais e Termotolerantes.

	Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Valor-P	CV (%)	Média Geral
<i>CT</i>	Tratamentos	6	$3,12 \times 10^{12}$	$5,2 \times 10^{11}$	8,039	0,0016*	95,94	265272,22
	Resíduos	11	$7,12 \times 10^{11}$	$6,47 \times 10^{10}$				
	Total	17	$3,83 \times 10^{12}$					
	Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Valor-P	CV (%)	Média Geral
<i>CTerm</i>	Tratamentos	6	$1,72 \times 10^9$	$2,8 \times 10^8$	6,351	0,0043*	72,95	9215,72
	Resíduos	11	$4,9 \times 10^8$	$4,5 \times 10^7$				
	Total	17	$2,2 \times 10^9$					

Notas: ANOVA: análise de variância; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: médias dos quadrados; CV: coeficiente de variação; *: significativo ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos mostram que para as variáveis de Turbidez, pH e Cor não foram observadas diferenças significativas entre os tempos propostos, com variações baixas ou nulas, para um mesmo Ensaio. Para os Coliformes Totais, percebe-se que a maior remoção foi feita com o tempo de contato de 40 segundos, de forma que, para tempos maiores, nota-se a reativação dos microrganismos e, conseqüentemente, a presença de um maior número de sobreviventes. Para Coliformes Termotolerantes, o tempo de contato mais adequado observado foi de 20 segundos. O tempo de 10 segundos inicialmente proposto (tempo de projeto da ETE) não apresentou remoção significativa de Coliformes Totais ou Termotolerantes. Também se percebe que as características físico-químicas analisadas não interferiram ou apresentaram relação direta com as características microbiológicas do efluente ao longo dos períodos propostos.

CONCLUSÕES: Através dos resultados obtidos é possível concluir que o uso de lâmpadas UV como tratamento terciário se mostrou como um sistema eficiente na remoção de indicadores de patógenos. Assim, os dados experimentais revelaram a elevada potencialidade do sistema para remoção de Coliformes Termotolerantes, indicando a baixa resistência desses microrganismos ao tratamento por lâmpadas germicidas. Além disso, com as análises microbiológicas, conclui-se que o efluente final se encontra dentro dos padrões de classificação de águas doces classe 2, especificados pela CONAMA 357 [3], e ainda, que ele se mostrou passível para reuso em irrigação de determinadas culturas [4], [6] (embora haja necessidade de análises e investigações complementares).

REFERÊNCIAS:

- [1] CONSHOHOCKEN, W. **Standard Practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials**. v. 03, n. Reapproved 2009, p. 9–11, 2018.
- [2] TRATA BRASIL: **Saneamento é Saúde**. Página de estudos. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 14 de out de 2018.
- [3] BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução 357 de 18 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14 de out de 2018.
- [4] BLUMENTHAL, U. J.; MARA, D. D.; PEASY, A.; RUIZ-PALACIO, G.; STOTT, R. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. **World Health Organization**, Gênêbra, v. 78, n. 9, p. 1104-1116, 2000.
- [5] BILOTTA, P.; DANIEL, L. A. Utilização de lâmpadas germicidas na desinfecção de esgoto sanitário. **AmbiÁgua**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 120-129, 2012.
- [6] MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. Aspectos sanitários da água para fins de irrigação. Concórdia: **EMBRAPA/CNPSA**, 1998. 8 p.