

UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA DESINFECÇÃO DE EFLUENTES DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

Paulo Rogério Rodrigues Camacho*, Leonardo Gondim de Andrade e Silva**

*CETESB-Compania de Tecnologia e Saneamento Ambiental

Av. Prof. Fred. Hermann Jr., 345

05459-900 São Paulo-SP. Brasil

**IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Travessa R, 400 - Cidade Universitária

05508-900 São Paulo-SP. Brasil

ABSTRACT

Ultraviolet Radiation (UV) disinfection of Upflow Anaerobic Sludge Biodigestor (UASB) and UASB with aerated lagoon pos-treatment effluents is possible to be reached utilizing a single low pressure mercury lamp arc (15W nominal power) in a shell tube flow through reactor (1.2L useful volume). Fecal coliforms, total coliforms and colifages was used as microbiological parameters. For fecal coliforms, about 3 logarithmic units (log. un.) was removed from UASB with aerated lagoon pos-treatment effluent and 4 log. un. from UASB effluent with 7 and 30 seconds of hydraulic retention time, respectively. Good empirical correlations was obtained between microbiological parameters and hydraulic retention times.

1. INTRODUÇÃO

A radiação ultravioleta (UV) como agente desinfetante de águas é conhecida desde o século passado [1]. Entretanto o aparecimento do cloro provocou o abandono dessa nova tecnologia. Tratando-se da desinfecção de efluentes de sistemas de tratamento de águas residuárias (STAR's), a manutenção de um residual ativo de desinfetante não é necessária, fazendo com que o UV ressurgisse como uma alternativa. Também contribuíram para isso as limitações legais para o lançamento de efluentes clorados, impostas por diversas nações do primeiro mundo. Isto porque o

cloro mostra uma série de problemas, como por exemplo a toxidez para a maioria dos organismos aquáticos dos corpos d'água (rios e lagos), e o potencial carcinogênico, ao ser humano, dos organoclorados formados como subprodutos.

Quando se fala da situação do Brasil, onde grande parte da população não tem sequer saneamento básico, é difícil de se acreditar na aplicação de uma nova tecnologia como o UV na desinfecção de esgotos. No entanto isto não pode inviabilizar a necessidade de pesquisas nesse sentido, e diversas empresas e pesquisadores brasileiros tem se empenhado para o domínio dessa tecnologia[2].

A radiação UV interage com as moléculas dos seres vivos, provocando alterações, muitas vezes prejudiciais. O UV é absorvido principalmente pelos ácidos nucleicos, DNA (ácido desoxiribonucleico) e RNA (ácido ribonucleico), que são constituintes celulares fundamentais para o controle dos processos, como o metabolismo e a divisão celular.

A região do espectro de máxima absorção ao UV dos ácidos nucleicos, é a de comprimento de onda ao redor dos 260nm. Assim, as melhores fontes para desinfecção são as lâmpadas de vapor de mercúrio de baixa pressão. O principal mecanismo da desinfecção por UV consiste na formação de dímeros de timina (uma base nucleica constituinte do DNA) ou de uracila (no caso do RNA).

Existem os chamados processos de reparação dos danos por meio de enzimas específicas, ativadas pela presença da luz solar. Este processo, conhecido como fotorreativação[1], é porém limitado, e a ocorrência de muitos dímeros tornam os processos celulares, em especial a reprodução, bastante difíceis, causando a morte da célula ou microorganismo.

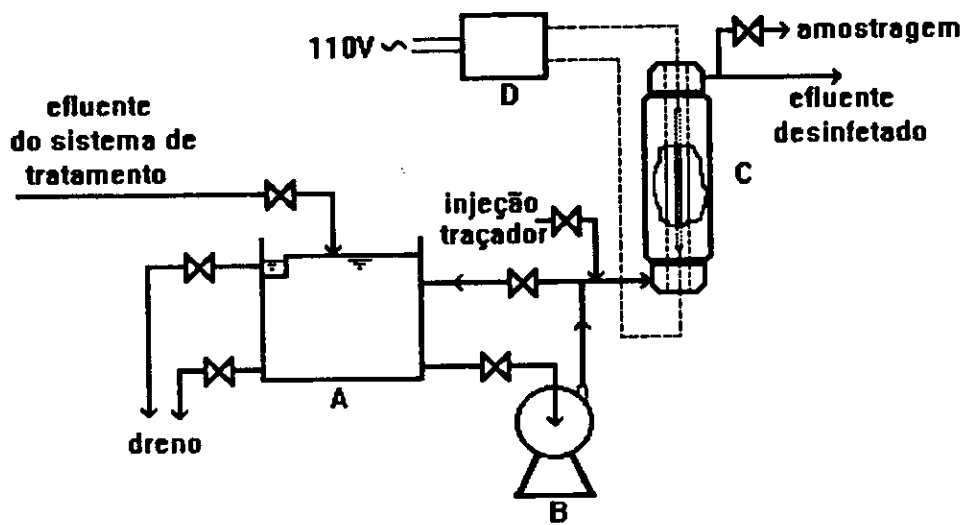
A maioria dos STAR's (lodos ativados, lagoas aeradas e filtros anaeróbios por exemplo) com poucas exceções (lagoas de estabilização e reservatórios de acumulação), não removem microorganismos em níveis adequados, tornando-se necessário providenciar a desinfecção dos efluentes tratados[3].

Os primeiros sistemas UV consistiam em bandejas, de pequena profundidade, por onde passavam os efluentes, e logo acima das mesmas eram colocadas as lâmpadas sob refletores. Uma das grandes objeções ao uso do UV em efluentes mais turvos deve-se à pequena penetração do UV nestes. Assim, passou-se a testar diversos tipos de configuração de maneira a aumentar a eficiência e reduzir custos. Um dos tipos de sistemas mais promissores é o de lâmpadas submersas.

O objetivo deste estudo é testar a eficiência de um pequeno sistema UV de bancada com lâmpada submersa, para o tratamento do efluente de um Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA) e do efluente deste sistema após tratamento por uma lagoa aerada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O despejo utilizado nas experiências de desinfecção com UV é proveniente de um sistema de tratamento de esgotos. Este sistema é composto por um DAFA, seguido de uma lagoa aerada e um decantador. O DAFA recebe esgotos domésticos após prévio gradeamento e desarenação. A seguir, uma lagoa aerada recebe o efluente proveniente do DAFA e realiza o polimento final. Finalmente, um decantador colocado após a lagoa retém os sólidos (lodo) que acompanham o efluente. Tal despejo, com uma concentração alta de microorganismos (coliformes fecais, bactérias patogênicas, vírus, etc) é enviado ao sistema de desinfecção por UV, o qual está esquematizado na Figura 1.



- A - Tanque de acumulação de efluente
- B - Bomba de alimentação
- C - Reator de desinfecção
- D - Conjunto de partida e alimentação da lâmpada ultravioleta

Figura 1 - Representação Esquemática do Sistema de Desinfecção por UV

O reator é constituído de uma lâmpada tipo G15T8 (15W) como fonte de UV, tubo de quartzo de proteção e carcaça de PVC recoberta internamente por uma folha de aço inox polido. O volume útil é de 1,2 litros e as dimensões principais do reator são: comprimento útil de 38cm, aproximadamente 32cm² de área na secção transversal e diâmetro externo do tubo de quartzo de 40mm.

A sistemática de operação consistiu em aquecer a lâmpada UV por 15min (para máxima emissão) e circular o efluente com vazão controlada.

Os parâmetros físico-químicos analisados nos efluentes foram: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) total, DQO (Demanda Química de Oxigênio) total, SST (sólidos em suspensão totais), cor, turbidez, pH, temperatura ambiente e do efluente. Os parâmetros microbiológicos escolhidos

para caracterizar a presença de bactérias patogênicas foram as contagens de coliformes totais e fecais. Para caracterizar a presença de vírus, foram feitas contagens de colifagos. Os métodos de análise utilizados foram os recomendados pelo "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" [4].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas dos parâmetros físico-químicos (médias) e microbiológicos (medianas) para o efluente do DAFA e do mesmo efluente após tratamento pela lagoa aerada, estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados Físico-Químicos e Microbiológicos para o Efluente do Sistema DAFA+Lagoa Aerada e do DAFA

Parâmetro	Efluente do sistema DAFA+Lagoa Aerada	Efluente do sistema DAFA
Temperatura Ambiente (°C)	20	21
Temperatura Efluente(°C)	18	19
pH	7,2	6,7
DQO total (mg/L)	65	160
DBO total (mg/L)	20	80
SST (mg/L)	20	82
cor (mg/L)	4	35
turbidez (NTU)	10	27
Coliformes totais (NMP/100mL)	$8,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^6$
Coliformes fecais (NMP/100mL)	$2,0 \times 10^5$	$4,0 \times 10^6$
Colifagos (UFP/100mL)	$2,8 \times 10^4$	$6,5 \times 10^4$

NTU= Unidade Nefelométrica de Turbidez, NMP = Número Mais Provável,
UFP = Unidade Formadora de Placa

De acordo com a Tabela 1, nota-se que, a quantidade de sólidos, turbidez e contagens de microorganismos, são maiores para o efluente do DAFA sem pós-tratamento da lagoa aerada. Ambos efluentes foram tratados pelo sistema UV da Figura 1.

Os dados microbiológicos de entrada e saída do sistema UV, para diferentes vazões, foram correlacionados pela equação 1:

$$N = N_0 a t^b e^{ct} \quad (1)$$

onde: N é o número de microorganismos final (NMP/100mL);
 N_0 é o número de microorganismos inicial (NMP/100mL);
 t é o tempo de detenção hidráulico (s);
 a e b são constantes.

Na Tabela 2 temos os resultados da regressão linear dos dados de N , N_0 e t obtidos para a desinfecção dos efluentes utilizados.

Os coeficientes de correlação linear (r^2) obtidos foram em média de 0.80 o que é considerado bom, tendo em vista o pequeno universo de dados (18 para o efluente do DAFA com lagoa aerada e 30 para o efluente do DAFA sem lagoa aerada).

No caso do efluente do DAFA com pós tratamento pela lagoa aerada, considerou-se que a remoção de 3 unidades logarítmicas (99,9%), dos valores das medianas das contagens de coliformes totais fecais e colifagos, permite obter um efluente que atenda o padrão para as contagens desses parâmetros. Segundo a legislação vigente para corpos d'água classe 2 (balneabilidade e irrigação), permite-se no máximo 1000 contagens de coliformes fecais. Para o caso do efluente do DAFA sem pós-tratamento a remoção adotada para atender a legislação foi de 4 unidades logarítmicas (un. log.).

TABELA 2 - Constantes a , b , c e o Coeficiente de Correlação Linear (r^2) para o Ajuste dos Dados de t , N_0 e N para a Equação 1

Efluente	Indicador	Parâmetros			r^2
		a	b	c	
DAFA + Lagoa	Coliformes totais	0,07	4,52	0,11	0,84
	Coliformes fecais	0,37	4,39	0,09	0,82
	Colifagos	0,95	4,01	0,10	0,80
DAFA	Coliformes totais	4,12	2,79	0,06	0,58
	Coliformes fecais	$2,0 \times 10^{-8}$	14,46	0,75	0,91
	Colifagos	$2,0 \times 10^{-6}$	10,12	0,35	0,84

Os tempos de detenção hidráulicos, foram obtidos utilizando-se a Equação 1, os quais estão apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3 - Tempos de Residência Hidráulico (s) para Remoção de 3 e 4 un.log.,
Considerando os Valores das Medianas da Tabela 1 (N_0) na Equação 1**

Remoção	Efluente	Coliformes totais	Coliformes fecais	Colifagos
3	DAFA + Lagoa	10,9	6,9	6,7
un. log.	DAFA	8,5	8,6	10,2
4	DAFA + Lagoa	25,5	13,4	14,5
un. log.	DAFA	30,5	29,3	15,3

Em geral, a eficiência de remoção de microorganismos indicadores, utilizando UV, para o efluente do sistema DAFA seguido de pós-tratamento por lagoa aerada foi maior do que aquela obtida com efluente do DAFA sem o pós tratamento, como pode-se observar pelo aumento dos tempos de residência na Tabela 3, para um mesmo nível de remoção, com exceção do caso da remoção de 3 un. log. de coliformes totais. Isto deve-se à maior quantidade de sólidos em suspensão nesse efluente, o qual aumenta a turbidez, diminuindo a penetração da radiação UV e ocultando os microorganismos

O sistema de desinfecção por radiação UV foi eficiente na remoção de coliformes fecais, totais e colifagos. Considerando a resistência dos vírus normalmente encontrados nos esgotos como semelhante à dos colifagos, o sistema apresentou resultados ótimos com relação a esse tipo de microorganismos patogênicos, como pode-se ver pelos baixos tempos de residência hidráulicos necessários apresentados na Tabela 3.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] VENOSA A.D. Current State-of-the-Art of Wastewater Disinfection. Wat. Poll. Control Fed. J., 55(5), 1983.
- [2] AZEVEDO NETTO, J.M. Desinfecção de Águas. São Paulo. CETESB, 1974.
- [3] HESPANHOL, I. Aspectos Técnicos e de Saúde Pública Relativos ao uso de Esgotos na Agricultura e Aquicultura. Encontro Internacional Sobre Desenvolvimento da Década da Água, Lisboa, 1988.
- [4] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater, 1975, 14th ed., p. 892. Washington, D.C.