

## **II-371 - DESINFECÇÃO DE EFLUENTE DE FBP UTILIZANDO REATOR DE ALGAS DISPERSAS (RAD)**

**Keiciane Alexandre de Sousa**

Engenheira sanitária e ambiental pela Universidade federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**Layza Sabrine Magalhães da Silva**

Engenheira sanitária e ambiental pela Universidade federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**Ana Queloene Imbiriba Correa**

Engenheira sanitária e ambiental pela Universidade federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**Camila Pimentel Maia**

Graduanda em Engenharia sanitária e ambiental pela Universidade federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**Israel Nunes Henrique<sup>(1)</sup>**

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em desenvolvimento e meio ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Mendonça Furtado, 2946 - Fátima - Santarém - PA - CEP: 68040-470 - Brasil - Tel: (93) 991492137 - e-mail: [israel.henrique@ufopa.edu.br](mailto:israel.henrique@ufopa.edu.br)

### **RESUMO**

O lançamento de esgotos domésticos sem tratamento em corpos hídricos ocasionam sérios problemas à qualidade de vida, além de comprometer o abastecimento de água da população, em relação à qualidade e à disponibilidade de água. O uso de lagoas de polimento como pós-tratamento e também desinfecção de efluentes são amplamente reconhecidas pela sua alta capacidade na remoção de nutrientes, organismos patogênicos e poluentes orgânicos. Diante disso o presente estudo objetivou realizar a desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por um Reator UASB seguido de um Filtro Biológico Percolador, em Reator de Algas Dispersas (RAD). O sistema foi construído em escala de bancada, operando com volume útil de 12 litros com período de iluminação interna de 24 horas. O Reator de Algas Dispersas obteve um bom desempenho no processo de remoção de constituintes orgânicos e inorgânicos, bem como, no processo de desinfecção. Apresentando resultados satisfatórios em relação à remoção de matéria orgânica, nutrientes como fósforo, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e redução de organismos patogênicos, produzindo efluente final com qualidade sanitária que atende aos padrões de lançamento recomendados pela resolução CONAMA 357/2005.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoas de polimento, Desinfecção, Nutrientes, Matéria orgânica, Coliformes termotolerantes.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente, existe grande preocupação em relação à qualidade e à disponibilidade de água no Brasil. A escassez de água, o controle da poluição e a necessidade de preservar esse recurso têm sido constantemente abordados nos meios de comunicação. Embora o uso racional da água ainda seja a melhor opção, o controle da poluição é uma medida importante na preservação dos mananciais (RODRIGUES, 2016).

Uma forma de remediar a poluição é a remoção eficiente dos constituintes indesejáveis da água, como matéria orgânica, patógenos, metais pesados, fósforo e nitrogênio, provenientes da má administração dos esgotos sanitários, que são despejados de maneira inadequada nos corpos hídricos, sem atender aos padrões de lançamento estipulados pela resolução 357/2005 e 430/2011 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Esses lançamentos de efluente sem tratamento ocasionam sérios problemas à qualidade de vida, além de comprometer o abastecimento de água da população.

Um sistema de tratamento de efluentes adequado deve ter baixo custo, simplicidade operacional, boa eficiência e garantir a sustentabilidade ambiental. Os reatores anaeróbios do tipo UASB podem ser considerados a opção mais utilizada como alternativa de tratamento de esgotos sanitários, principalmente por não exigir uma grande

área para seu funcionamento. Todavia embora sejam sistemas bastante eficientes na remoção de matéria orgânica biodegradável e de sólidos suspensos totais, a qualidade do efluente dos reatores anaeróbios geralmente não atende às normas ambientais, tornando-se necessário aplicar um pós-tratamento (METCALF & EDDY, 2003).

Utilizar filtros biológicos aeróbios como pós-tratamento de efluentes anaeróbios apresentam-se como boa alternativa de polimento destes efluentes. As principais vantagens de seu uso são as dimensões reduzidas, o baixo custo de construção e operação além da elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e nutriente (JORDÃO; PESSOA, 2014). Todavia, ainda se faz necessário um processo de desinfecção dos efluentes advindos desses reatores para que sejam atendidos os padrões de lançamento exigido pelas normas ambientais.

Para este fim, o uso de lagoas de polimento são amplamente reconhecidas pela sua alta capacidade na remoção de nutrientes, organismos patogênicos e poluentes orgânicos, sendo uma alternativa muito empregada no polimento final de efluentes oriundos de filtros biológicos, pois as algas que crescem nessas lagoas exercem um importante papel no tratamento, ao aumentar a concentração de oxigênio dissolvido através da fotossíntese (PICOT et al., 2009).

Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho do processo de desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket) seguido de um Filtro Biológico percolador em um sistema contendo algas.

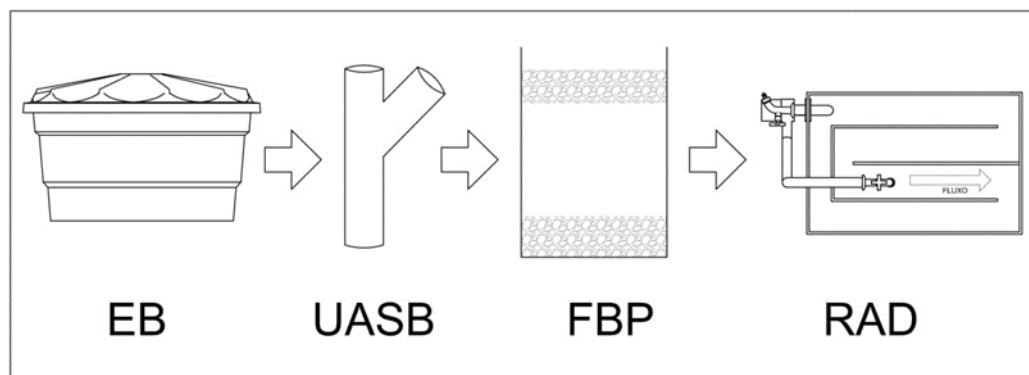
## OBJETIVO

Realizar a desinfecção de efluente de Filtro Biológico Percolador (FBP) em sistemas de Reator de Algas Dispersas (RAD), buscando remover coliformes termotolerantes.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Os sistemas experimentais, construídos em escala de bancada, foram instalados e monitorados no Laboratório de Tratamento de Águas Residuárias (LabTAR), pertencente ao curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, localizado em área próxima à unidade Tapajós, pertencente à Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), no município de Santarém – Pará (PA).

O Reator com Algas em escala de bancada foi desenvolvido para promover a desinfecção do afluente produzido no Reator UASB seguido de um Filtro Biológico Percolador (FBP) (figura 1).



**Figura 1 - Esquema do funcionamento do sistema: Esgoto Bruto (EB), UASB, FBP e RAD.**

O RAD foi construído em material de vidro contendo 44 cm de comprimento, 29 cm de largura e 15 cm de altura, e possuía três chicanas de 34 cm cada.

O mesmo foi colocado dentro de uma caixa de isopor (sistema de cabine), que continha iluminação interna por duas unidades de lâmpadas de LED com 3000 lúmens, 13000K de emissão de luz branca (cada), com capacidade para quatro lâmpadas de 9W bivolt, e era mantida ligada 24 horas por dia (figura 2).



**Figura 2 - Caixa de isopor contendo iluminação**

O afluente coletado do UASB foi levado até o filtro, de forma manual, e posteriormente levada para o Reator de Algas Dispersas (RAD).

O sistema tinha um processo de recirculação feito através de sistema de bombeamento e com utilização de um sistema de exaustão de ar para promover o resfriamento e renovação do ar atmosférico dentro da cabine. O Sistema elétrico era controlado por temporizador, operado em regime intermitente, programado em intervalos de 15 em 15 minutos (Liga-Desliga).

O RAD possuía um volume total de 19,140 litros, sendo que, o volume de efluente adicionado ao tratamento correspondia a 12 litros, obtendo assim, uma lâmina d'água de 9,6 cm. A Recirculação do efluente em processo de tratamento foi de 828 ml por minuto, representando um total de 12,42 litros recirculados a cada 15 minutos de operação.

Conforme o processo operacional, determinou-se uma taxa de recirculação de 103,5% por batelada com Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 3 dias.

O Sistema foi alimentado manualmente, sendo retirados 4 litros diariamente e repostos o mesmo volume de afluente advindo do FBP, somado a este era adicionado o volume de evaporação, com a finalidade de manter os 12 Litros de volume no RAD.

A temperatura interna e externa, juntamente com a umidade do sistema foi monitorada por um termômetro digital da marca INCOTERM - Termo Higrômetro, fornecendo um valor de variação (mínima e máxima), sendo verificado em intervalos de 24 horas.

## **PROCEDIMENTO ANALÍTICO**

As amostras foram coletadas diretamente da saída de cada reator, em frascos de vidro estéreis de volume total de 100 ml, e depois levadas para o Laboratório de Biologia Aplicada da Universidade Federal do Oeste do Pará, no qual foram feitas as análises.

As determinações físicas, químicas e biológicas efetuadas durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Parâmetros analisados no acompanhamento do desempenho dos reatores.**

Variáveis	Métodos Analíticos	Referência
*DQO (mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	Titulométrico      Refluxação Fechada	5220 C. / APHA (2012)
pH	Potenciométrico	4500 / APHA (2012)
Temperatura (°C)	-	2550 / APHA (2012)
Alcalinidade Total (mgCaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	Kapp	BUCHAUER (1998)
AGV(mg.L <sup>-1</sup> )	Kapp	BUCHAUER (1998)
Nitrato (mgN-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .L <sup>-1</sup> )	Salicilato de Sódio	RODIER (1975)
Nitrito (mg N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .L <sup>-1</sup> )	Colorimétrico Diazotização	4500-NO <sub>2</sub> B. / APHA (2012)
Amônia (mgN-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .L <sup>-1</sup> )	Semi-Micro Kjeldahl	4500-NH <sub>3</sub> / APHA (2012)
Fósforo e Frações (mg.L <sup>-1</sup> )	Ácido Ascórbico	4500-P E/ APHA (2012)
Coliformes Totais	Tubos Múltiplos	CETESB (2018)
Coliformes Termot. Totais	Tubos Múltiplos	CETESB (2018)
Carga Microbiana	Spread Plate	SILVA <i>et al.</i> (2010)

\*DQO – Demanda Química de Oxigênio; N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> – Nitrogênio Amoniacal; pH – Potencial Hidrogeniônico; SST – Sólidos Suspensos Totais; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos.

## RESULTADOS

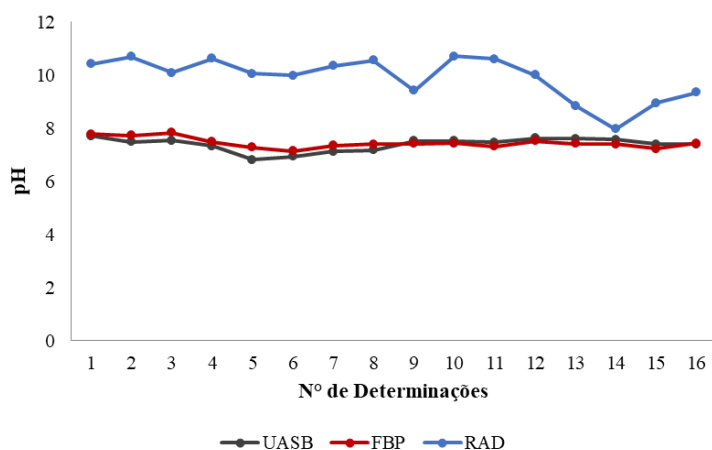
De acordo com os resultados obtidos, os valores de pH encontrados (figura 3), refletem o comportamento do sistema anaeróbio de tratamento (UASB), Filtro Biológico Percolador (FBP) e efluente do Reator de Algas Dispersas (RAD), com valores médios de 7,39, 7,45 e 9,91, respectivamente.

Para observar a estabilidade dos sistemas, foi monitorada a concentração de alcalinidade total (figura 4). O efluente do reator UASB apresentou valor médio de 208,58 ppmCaCO<sub>3</sub>, o FBP obteve 170,11 ppmCaCO<sub>3</sub> e RAD 102,30 ppmCaCO<sub>3</sub>.

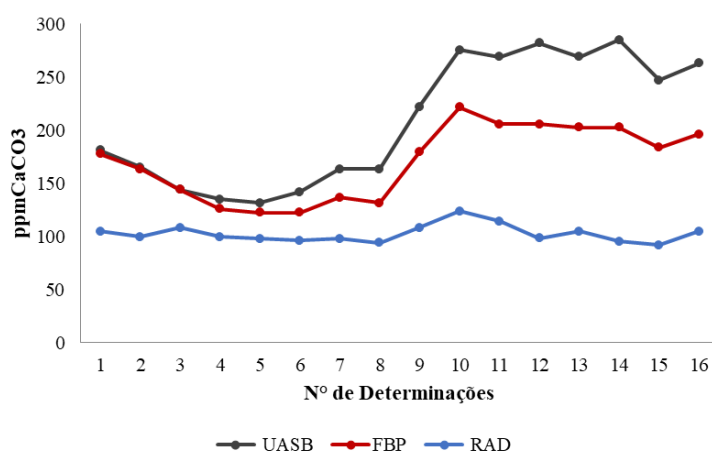
O reator UASB atendeu as expectativas embasadas nas literaturas, obtendo eficiência de remoção de 66,55% de DQOt comparada ao esgoto bruto, estando dentro da faixa de eficiência esperada 65-75% de acordo com Van Haandel e Lettinga (1994).

O filtro biológico percolador obteve uma remoção de 33% de DQOt comparada ao reator UASB. A remoção de matéria orgânica nesta etapa está diretamente relacionada ao processo de oxidação da matéria orgânica no processo aeróbio dentro do FBP.

No RAD houve um aumento de 17,74% de DQOt comparado ao FBP. Essas concentrações relativamente altas de DQOt no efluente final do RAD são atribuídas em grande parte ao crescimento de algas. Este aumento pode ser explicado devido à elevada taxa de multiplicação celular, (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O -> Novas células + O<sub>2</sub>). Mostrando assim que a produção de oxigênio, necessariamente é acompanhada pela produção de novas células de algas (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1994).

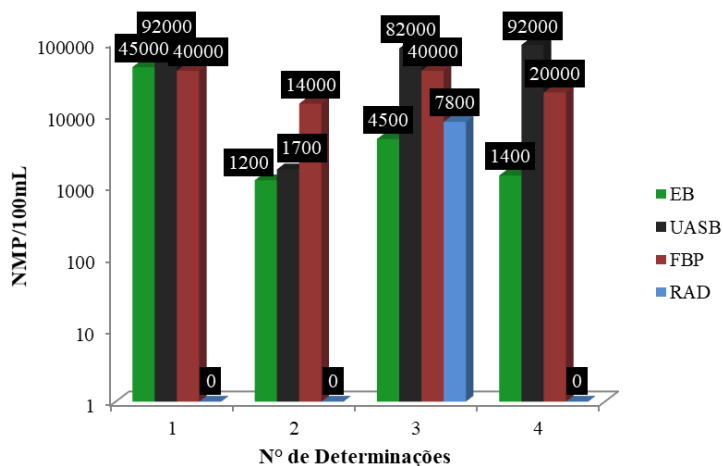


**Figura 3 - Comportamento do pH verificado nos efluentes do UASB, FBP e RAD**



**Figura 4 - Comportamento da alcalinidade total verificada nos efluentes do reator UASB, FBP e RAD**

A desinfecção de efluente visa à remoção de organismos patogênicos. Diante disso as análises de CT (Coliformes Totais) e CTT (Coliformes Totais Termotolerantes) ao longo do estudo foi utilizada como indicador da qualidade microbiológica, indicando se houve redução dos organismos patogênicos nos efluentes pesquisados, e suas possíveis eficiências. A Figura 5 representa os resultados em números mais prováveis por 100 mililitros dos efluentes analisados.



**Figura 5 - Comportamento dos efluentes dos sistemas em relação aos Coliformes Totais-CT.**

É importante destacar que não houve a presença de coliformes termotolerantes no efluente do sistema RAD, consequentemente, não ocorreu à presença de *Escherichia Coli*, mostrando assim boa eficiência do sistema.

Sousa (2015) ao realizar um trabalho com pós-tratamento de efluente anaeróbio em lagoa de polimento também obteve resultados significativos, o qual apresentou concentrações médias de coliformes termotolerantes de  $7,88 \times 10^2$  UFC.100mL<sup>-1</sup>, o que caracterizou uma eficiência de 98,89% na redução desses organismos.

## CONCLUSÕES

O Reator de Algas Dispersas obteve um bom desempenho no processo de desinfecção, produzindo efluente final com boa qualidade sanitária, atendendo aos padrões de lançamento recomendados pela resolução 357/2005 do CONAMA.

No processo de identificação das algas observou-se a predominância de Chlorophyceae e Euglenophyceae desde o início do processo, que de acordo com a literatura são grupos frequentemente encontrados em lagoas de polimento, sendo muito importantes no processo de desinfecção.

Por fim, o RAD mostrou ser uma alternativa promissora para o processo de desinfecção de efluente pré-tratado anaerobiamente por Reator UASB seguido de FBP, pois atingiu os objetivos esperados no presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th. Washington: Public Health Association, 2012.
2. BUCHAUER, K. A. A comparison of two simple titration procedures to determine volatile fatty acids in effluents to waste – water and sludge treatment processes. Water S. A. v. 1, n. 24, 1998, p. 49 – 56.
3. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica L1.009: Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas. São Paulo, 1986. p. 128.
4. \_\_\_\_\_. Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 5º ed. São Paulo, 2018, p. 29.
5. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
6. \_\_\_\_\_. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. p. 9.
7. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 7ª ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2014.
8. METCALF E EDDY. Wasterwater Engineering: Treatment and reuse. 4. ed. New York: McGraw-Hill International edition, 2003.
9. PICOT, B.; ANDRIANARISON, T.; OLIJNYK, D. P.; WANG, X.; QIU, J. P. E. BRISSAUD, F. Nitrogen removal in wastewater stabilisation ponds, Desalination and Water Treatment. v. 4. 2009. p. 103-110.
10. RODRIGUES, V. A. J. Influência do sedimento no processo de remoção de nitrogênio por nitrificação/desnitrificação em lagoas de polimento. 2016. Tese. (Escola de Engenharia da UFMG). Belo Horizonte, 2016.
11. RODIER, J. L'analyse de l'eau: eauxnaturelles, euaxrésiduales, eaux de mer. Volume 1, 5. ed. Dunod (Ed.) Paris. 1975. p 692.
12. VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. Tratamento anaeróbio de esgoto em regiões de clima quente. Campina Grande: EpGraf, 2 ed., v.1, 1994, 255p.