

PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO ATRAVÉS DE BIOFILTROS AERADOS SUBMERSOS DE BAIXO CUSTO

Dayana Melo Torres¹; Cícero Onofre de Andrade Neto²; Weliton Freire Bezerra Filho³; Layane Priscila Azevedo Silva⁴

Resumo – A água de reúso proveniente de esgotos tratados pode ser uma alternativa para amenizar a falta de água, sobretudo para a agricultura, e deve ser considerada dentre os recursos hídricos disponíveis. O uso de reatores anaeróbios seguidos de aeróbios é considerado uma boa alternativa tecnológica para produzir efluentes com excelente qualidade e com baixos custos. Neste trabalho avaliou-se biofiltros aerados submersos aplicados ao pós-tratamento de efluentes de sistema anaeróbio. Os biofiltros avaliados possuem eletroduto corrugado cortado como material de enchimento, e aeração realizada através de compressores conectados às mangueiras perfuradas dispostas no interior da tubulação que distribui o esgoto afluente no biofiltro. As pequenas bolhas da aeração favorecem a oxidação do esgoto e do lodo retido nos interstícios. Verificou-se que o sistema possui uma excelente capacidade de remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos e turbidez, não necessitando de constantes descargas de lodo, já que o mesmo entra na fase de respiração endógena e é mineralizado no interior do reator. O uso desse novo modelo de biofiltro aerado para pós-tratamento de efluente de reatores anaeróbios tem se mostrado promissor, principalmente por ter baixo custo de implantação, manutenção e operação, e propiciar a produção de água de reúso como recurso hídrico alternativo.

Palavras-Chave – água de reúso, baixo custo, biofiltro aerado submerso.

WASTEWATER REUSE PRODUCTION THROUGH SUBMERGED AERATED BIOFILTERS LOW COST

Abstract – The wastewater reuse from treated sewage can be an alternative to alleviate the lack of water, particularly for agriculture, and should be considered among the available water resources. The use of anaerobic and aerobic reactors is considered a good alternative technology to produce effluents with high quality and low cost. In this work was evaluated biofilters aerated submerged applied to post-treatment of effluents from anaerobic system. The biofilters were filled with corrugated conduit, and aeration performed through compressors connected to perforated hoses disposed in the pipe which distributes the influent sewage in the biofilter. Small bubbles aeration favors the oxidation of sewage and sludge retained in the interstices. It has been found that the system has an excellent capability of removing organic matter, suspended solids and turbidity, not requiring constant discharge of sludge, as it enters in the endogenous phase of respiration and is mineralized inside the reactor. Using this new model of aerated biofilter for post-treatment of anaerobic effluent has shown promise, especially for having low cost of deployment, maintenance and operation, and propitiates the production of reclaimed water as an alternative water resource.

Keywords – wastewater reuse, low cost, submerged aerated biofilters.

¹ Bióloga, Tecnóloga em Gestão Ambiental, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutoranda em Engenharia Ambiental (UEPB). Professora do Instituto Federal em Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas. E-mail: dmelotorres@yahoo.com.br.

² Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutor em Recursos Naturais. Professor Associado da UFRN.

³ Estatístico. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal do Ceará.

⁴ Bióloga. Mestranda em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

INTRODUÇÃO

A aplicação do tratamento de esgotos com vistas à produção de efluentes a serem utilizados como água de reúso é uma das alternativas para amenizar a falta de água, principalmente em regiões semiáridas. O reúso de efluentes tratados, sobretudo na agricultura, é uma prática frequente em localidades com difícil acesso à água para irrigação, entretanto, muitas vezes o reúso é feito de forma não controlada.

O uso de reatores aerados para pós-tratamento de sistemas anaeróbios é uma das alternativas mais utilizadas no Brasil para se remover poluentes e, conseqüentemente, destinar os efluentes de forma adequada aos respectivos usos e destinos. A associação entre reatores anaeróbios e aeróbios se mostra eficiente no Brasil, já que as altas temperaturas amplificam a eficiência do sistema anaeróbio, e os filtros aerados complementam a remoção do material carbonáceo e podem promover a nitrificação e desnitrificação. Além disso, diminui a demanda por espaço, o consumo energético e a produção de lodo.

Atualmente existem tecnologias bastante eficientes na remoção de carbono e sólidos de esgotos sanitários que associam reatores anaeróbios e aerados, conforme citado por Tawfik, El-Gohary, Temmink (2010), que utilizando a associação de UASB-MBBR atingiram alta eficiência na remoção de DQO e SST. Contudo, estes sistemas são complexos tanto para instalação quanto para manutenção.

Pesquisas feitas por Araújo *et. al.* (2009) em biofiltros aerados submersos apontam concentrações médias de sólidos suspensos correspondente a 5 mg/L e de turbidez de 1,5 UNT no efluente final. Tal sistema também permitiu ótimas taxas de nitrificação, com remoção média para nitrogênio amoniacal em torno de 85% em relação ao esgoto bruto e concentrações médias de 6 mg/L. Outras pesquisas foram realizadas no mesmo reator por Bezerra Filho & Andrade Neto (2011) utilizando apenas um filtro aerado e outro anóxico como pós-tratamento de efluente de filtros anaeróbios, e obtiveram remoção de 84% para matéria orgânica e eficiência de 99% na remoção de turbidez, e efluente final com 2,2 UNT.

Este trabalho contribui para o desenvolvimento de alternativa tecnológica que utiliza eletroduto corrugado cortado como meio suporte nos filtros aerados, com um alto índice de vazios (cerca de 90%) o que prolonga para meses o tempo de retenção celular no interior do reator. Isso permite que a biomassa no interior do reator entre na fase de respiração endógena, aumentando a capacidade de retenção de lodo no reator, diminuindo a necessidade de descargas de lodo e produzindo um efluente com baixa turbidez e concentração de SST, o que dispensa a necessidade de implantação de etapas de separação de fases, barateando os custos de implantação e operação. Assim, os efluentes gerados podem ser utilizados como recursos hídricos alternativos através do reúso de águas para diversos fins.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema monitorado está localizado na Estação Experimental de Tratamento de Esgotos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, e recebe esgotos tipicamente domésticos, já que é proveniente das Residências Universitárias I, II e III, do Pouso Universitário, do Restaurante Universitário e do Departamento de Educação Física.

A configuração consiste em um decanto-digestor em série com um pequeno filtro de brita nº 4 ascendente acoplado (Sistema RN), seguido de um filtro biológico anaeróbio. Após o filtro anaeróbio, têm-se dois filtros aerados em série (um ascendente e outro descendente), os quais possuem eletroduto corrugado cortado como material de enchimento. Cada peça plástica tem

comprimento médio de aproximadamente 3 cm, superfície específica no reator de $286 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-3}$, e elevado índice de vazios (90%). A Figura 1 apresenta a planta baixa dos filtros aerados.

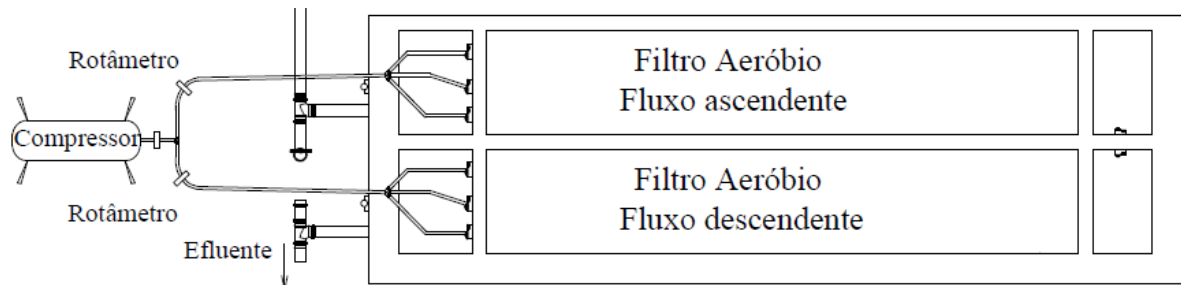


Figura 1. Planta baixa dos filtros aerados estudados.

O fornecimento de oxigênio aos filtros aerados é feito através de compressores ligados às mangueiras perfuradas distribuídas ao longo do biofiltro aerado, favorecendo a distribuição homogênea de oxigênio ao leito filtrante e possibilitando que a entrada do efluente anaeróbico seja conjunta com as pequenas bolhas da aeração.

Foram testadas diferentes taxas de aeração em ambos os filtros a fim de identificar qual a melhor combinação que favoreça a retenção de sólidos e produza um efluente de melhor qualidade. Na Fase 1, que ocorreu entre setembro e dezembro de 2012, totalizando 12 coletas, testou-se a taxa de aeração de $0,10 \text{ m}^3/\text{min}$ no primeiro filtro, enquanto que para o segundo a taxa de aeração foi de $0,05 \text{ m}^3/\text{min}$. Já na Fase 2, a qual durou de janeiro a abril de 2013, resultando em 15 coletas, a aeração no primeiro filtro foi de $0,10 \text{ m}^3/\text{min}$, e no segundo filtro foi de $0,01 \text{ m}^3/\text{min}$. Em ambas as fases foi mantida a vazão afluyente de esgoto ao sistema, $10 \text{ m}^3/\text{d}$.

As medições das concentrações de oxigênio dissolvido nos filtros aerados foram realizadas dentro do leito filtrante, através de tubulações de PVC perfuradas que foram inseridas nos reatores e possibilitaram as quantificações deste parâmetro ao longo da coluna d'água, conforme se observa na Figura 2.



Figura 2. Biofiltros aerados preenchidos com eletroduto corrugado cortado e tubulações de PVC inseridas ao longo do leito filtrante.

As coletas ocorriam semanalmente, às 08h30min da manhã, nos seguintes pontos: saída do filtro anaeróbio (ANA), saída do primeiro filtro aerado (AE1) e saída do segundo filtro aerado (AE2). Analisaram-se os seguintes parâmetros segundo APHA *et. al.* (2005): temperatura, DQO, oxigênio dissolvido (OD), pH, turbidez e sólidos suspensos totais (SST).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros monitorados nos pontos amostrados durante as Fases 1 e 2.

Tabela 1. Resultados médios dos parâmetros analisados para as Fases 1 e 2.

Ponto	Temperatura (°C)		DQO (mg/L)		OD (mg/L)		pH		Turbidez (UNT)		SST (mg/L)	
	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2	Fase 1	Fase 2
ANA	29	30	118	143	0	0	6,7	6,9	44,2	43,9	15,6	18
AER 1	29	29	77	75	2,3	1,4	6,8	7	1,2	2,5	7	6,6
AER 2	29	29	54	32	4	1,8	6,3	6,8	0,7	1,1	2,3	1,1

Observa-se que as concentrações de DQO, turbidez e sólidos suspensos totais afluentes aos biofiltros aerados já é pequena por ser proveniente de um sistema anaeróbio que possui boa capacidade de retenção para esses parâmetros. Apesar disso, o sistema apresentou uma ótima capacidade de retenção de matéria orgânica, sobretudo a particulada. As concentrações afluentes de DQO na Fase 2 foram maiores do que as obtidas durante a Fase 1 em virtude desta ter compreendido uma parte do período de férias da UFRN, mas tal diferença não interferiu nas taxas de remoção. A Figura 3 apresenta o comparativo de DQO nos pontos amostrados durante as duas fases.

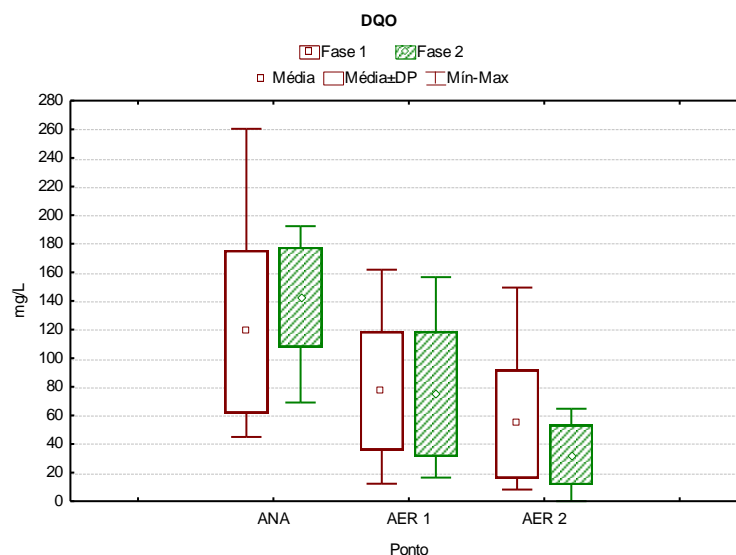


Figura 3. Resultados de DQO para as Fases 1 e 2.

Com a redução da taxa de aeração no AER2 na Fase 2 as concentrações de oxigênio dissolvido foram significativamente reduzidas, atrelado ao leve acréscimo de pH. Isso está relacionado à redução no consumo de alcalinidade na Fase 2, em virtude das menores taxas de nitrificação.

Para as concentrações de sólidos suspensos totais, obteve-se valores médios baixos no efluente final, correspondendo à 2,3 mg/L na Fase 1, e de 1,1 mg/L na Fase 2, conforme se observa na Figura 4.

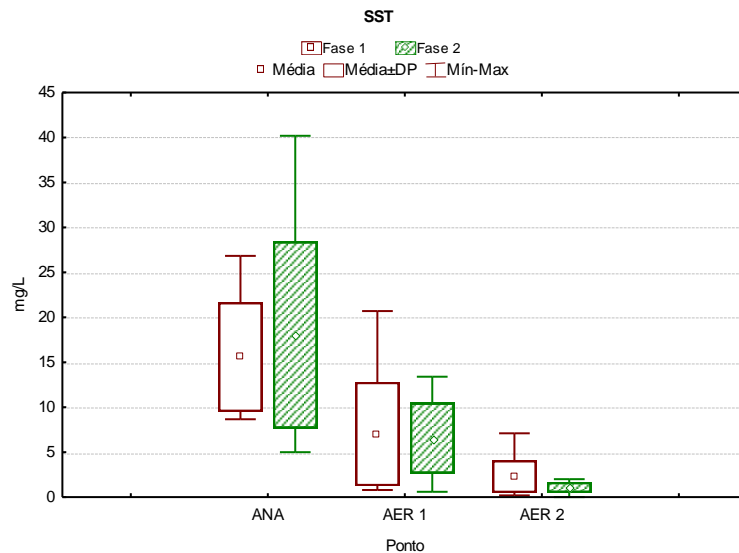


Figura 4. Resultados de SST para as Fases 1 e 2.

Para a turbidez foram atingidos níveis médios de 0,7 UNT no efluente final da Fase 1 (eficiência de 98%), e de 1,1 UNT no da Fase 2 (eficiência de 97%) (Figura 5).

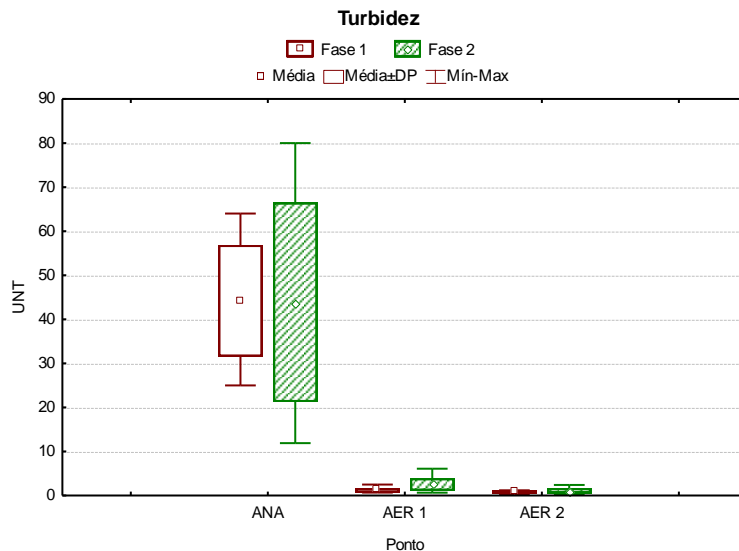


Figura 5. Resultados de turbidez para as Fases 1 e 2.

Além de esse sistema possuir uma alta capacidade de retenção de sólidos, bem como um elevado tempo de retenção, conforme comprovado por outras pesquisas feitas por Araújo *et. al.* (2009), o mesmo também pode ser considerado uma nova tecnologia para o tratamento de esgotos, tendo em vista que a sua concepção é diferente das existentes na atualidade. Por ser uma alternativa de baixo custo de implantação e operação, bem como por produzir um efluente de ótima qualidade,

o sistema proporciona a produção de recursos hídricos alternativos que podem ser reutilizados para diversos fins. O reator também permite significativas taxas de nitrificação, o que viabiliza o reúso dos efluentes tratados na agricultura, hidroponia e na piscicultura.

A remoção de DQO foi elevada em ambas as fases, sendo 54% para a Fase 1 e 77% para a Fase 2. O incremento na remoção de matéria orgânica na Fase 2 foi ocasionada pela baixa aeração no AER2 (0,01 m³ de ar/min) que reduziu o cisalhamento, e conseqüentemente, diminuiu a quantidade de sólidos no efluente final. Levando-se em consideração a concentração afluente de sólidos suspensos totais aos biofiltros, obteve-se uma eficiência na remoção de 85% para a Fase 1 e de 93% para a Fase 2. A Figura 6 apresenta as eficiências na remoção para DQO, turbidez e sólidos suspensos totais (SST) nas duas fases.

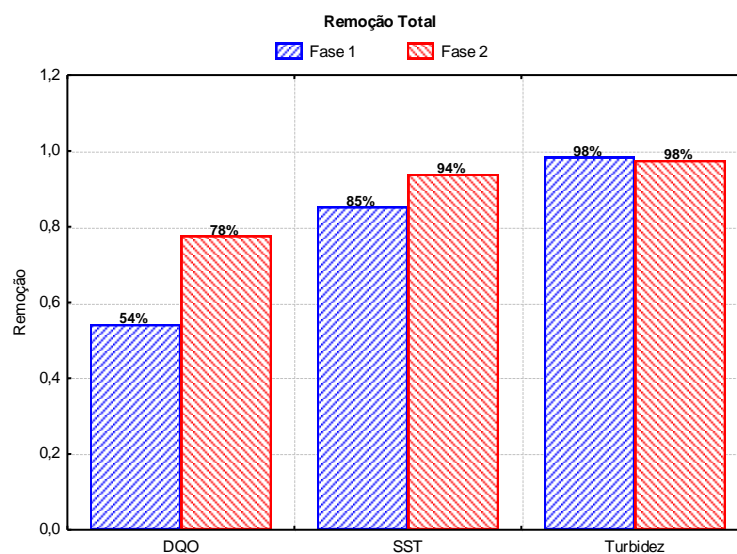


Figura 6. Remoção de DQO, SST e turbidez nas Fases 1 e 2.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que o sistema apresenta eficiências muito boas quanto à remoção de DQO (77%), sólidos suspensos (93%) e turbidez (98%), apesar das concentrações afluentes serem baixas.

É uma nova concepção de reator, muito promissor para pós-tratamento de reatores anaeróbios aplicados ao tratamento de esgotos sanitários, principalmente por ser tecnologia de baixo custo de implantação, manutenção e operação, e proporcionar a produção de recursos hídricos alternativos que podem ser utilizados como água de reúso para vários fins.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ed. Washington DC.

ARAÚJO, R. F. de.; ANDRADE NETO, C. O. de; DELGADO, T. C.; SILVA, H. N. da; MEDEIROS, I. B. de A. Uso de filtros aerados rudimentares para oxidação de nitrogênio amoniacal contido em efluentes de reatores anaeróbios. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 25, 2009, Recife. *Anais...* Recife: ABES, 2009.

BEZERRA FILHO, W. F., ANDRADE NETO, C. O.; Avaliação da remoção de compostos nitrogenados utilizando filtros aerados submersos como pós-tratamento de um sistema anaeróbio. *Águas&Resíduos*. , v.16, p.26 - 35, 2011.

TAWFIK, A.; EL-GOHARY, F.; TEMMINK, H. Treatment of domestic wastewater in an up-flow anaerobic sludge blanket reactor followed by moving bed biofilm reactor. *Bioprocess Biosyst Eng* (2010) 33:267–276.