

OCORRÊNCIA DO PROCESSO DE NITRIFICAÇÃO EM BIOFILTRO AERADO SUBMERSO UTILIZANDO COMO MEIO SUPORTE UM MATERIAL NÃO CONVENCIONAL

Araujo, Ana Paula Cosso silva (*), Freitas, Bruno de Oliveira

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Departamento de Engenharia Ambiental, e-mail: anapaula.cosso@gmail.

RESUMO

A presença de compostos nitrogenados a base de amônia nos efluentes podem ocasionar o desenquadramento e desequilíbrio dos corpos hídricos receptores. Para tanto, os sistemas de tratamento aplicado nas ETEs e no setor industrial deve ser de tal forma que estes compostos sejam reduzidos de forma significativa. Visando este princípio, este trabalho teve como objetivo a redução da concentração de nitrogênio amoniacal presente em efluente de reator UASB por meio da utilização de um BFAS aplicado como pós-tratamento, utilizando como material suporte espuma de poliuretano e um anel de polipropileno (bob de cabelo). O sistema experimental foi monitorado durante 78 dias. Com este trabalho, observou-se que o BFAS apresentou uma eficiência média de 56,5% na redução da concentração de nitrogênio amoniacal, ocorrência da nitrificação, tendo um efluente com uma concentração final em média menor que 20 mgN-NH₃/L. Foi observada a presença de nitrito e nitrato no efluente do BFAS, sendo um segundo indicio da ocorrência do processo de nitrificação. A concentração média de OD no BFAS foi de 6,16 mgO₂/L e a temperatura de operação do sistema foi de 25,9°C. Os parâmetros pH e alcalinidade não apresentaram uma significativa variação ao longo da fase experimental. O meio suporte utilizado pode ser considerado como uma alternativa a ser implantada em BFAS, uma vez que permitiu a aderência da biomassa, possibilitando assim a formação dos biofilmes e a ocorrência do processo de nitrificação.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrificação, BFAS, meio suporte.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano e industrial tem como consequência o aumento da geração de efluentes, uma das questões que envolvem esta problemática está relacionada com a aplicação de um sistema de tratamento que proporcione a adequação destes efluentes aos requisitos legais que norteiam o enquadramento destes as características de lançamento em corpos hídricos receptores.

Compostos como o nitrogênio amoniacal podem apresentar toxicidade a comunidade aquática, sendo assim, é necessário a aplicação de um sistema de tratamento que seja eficiente na redução da concentração deste composto a concentrações permissíveis a estabelecida pela Resolução CONAMA n° 430/2011.

A utilização de sistemas combinados, anaeróbio/aeróbio, no tratamento de esgoto sanitário é uma alternativa para a redução tanto da carga orgânica carbonácea quanto para a ocorrência do processo de nitrificação (OLIVEIRA, 2012).

O biofiltro aerado submerso (BFAS) é um reator aeróbio constituído por um tanque contendo um material suporte poroso pelo qual o esgoto e o ar fluem (CHERNICHARO, 1997). A utilização deste sistema como unidade de pós-tratamento de efluentes de reator UASB, auxilia no enquadramento do efluente anaeróbio as características estabelecidas pelos requisitos legais, principalmente no que se refere a presença de nitrogênio na forma amoniacal. Apresenta baixo custo de implantação, fácil implantação, operação e manutenção e resistência às altas temperaturas do efluente (PUJOL et al., 1992; GONÇALVES et al., 1994; CHAGAS, 2006).

O material suporte utilizado nos BFAS podem ser obtidos a partir de diferentes materiais, tais como pozolana e carvão ativado, garrafas de Yakult® (CHAGAS, 2006), conchas de ostras (LIU et al., 2010), grãos de argila calcinadas, xisto expandido, materiais compostos por poliestireno, polipropileno e poliuretano, tampas e gargalos de garrafas PET, brita n° 4 e anéis de Pall (GIUSTINA et al., 2010).

Visto a necessidade da implantação de sistemas capazes de promover a redução da concentração de nitrogênio amoniacal, este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência da nitrificação em um biofiltro aerado submerso com meio suporte não convencional, para pós-tratamento de efluente de reator UASB.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi construído um sistema combinado UASB e biofiltro aerado submerso (BFAS) em escala piloto (figura 1). O BFAS possuía 0,82 m de altura, um diâmetro de 0,15 m, um volume de 14 L e um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 6,4 horas. A vazão de alimentação foi de 52,56 L/dia. O efluente entrava na câmara de digestão anaeróbia e posteriormente entrava no BFAS para a ocorrência da digestão aeróbia e do processo de nitrificação.

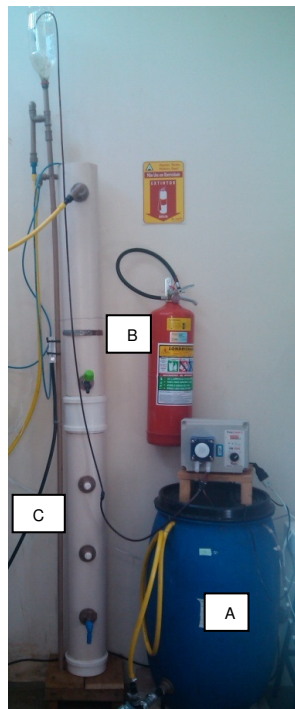


Figura 1: Reator combinado UASB/BFAS. A) Reservatório de esgoto bruto. B) BFAS. C) UASB. Fonte: Autor do trabalho.

A aeração do BFAS foi realizada mediante a utilização de um compressor e um difusor de ar. A vazão de ar introduzido no sistema foi de 1 L/minuto, sendo controlada por meio de um rotâmetro.

O material suporte utilizado no BFAS era constituído por um conjunto de espuma de poliuretano com 2 cm de largura, 7,5 cm de comprimento e 1,0 cm de altura, sendo envolto por um anel de polipropileno perfurado, bob de cabelo, com 3,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura (figura 2) (NAKAGAWA, 2013). Ao todo o meio suporte foi introduzido no BFAS até a altura equivalente a 10 L do BFAS.



Figura 2: Material suporte do BFAS. Fonte: Autor do trabalho

O esgoto utilizado para a alimentação do sistema era de origem sintética, sua composição foi adaptada de Torres (1992), tabelas 1 e 2. Uma fonte de nitrogênio foi adicionada ao esgoto sintético para obter a concentração de 20 mg/L de nitrogênio amoniacal.

Tabela 1. Composição do substrato e respectivas concentrações para a produção de 1 litro de esgoto sanitário sintético. Fonte: Adaptado de Torres, 1992.

Compostos orgânicos	Concentração
Extrato de soja	0,312 g/L
Sacarose	0,07 g/L
Amido comercial	0,114 g/L
Óleo de soja	0,051 ml/L
Detergente	0,114 g/L
Bicarbonato de sódio	0,2 g/L
Solução de sais minerais	5,0 ml/L

Tabela 2. Composição da solução de sais minerais. Fonte: Torres, 1992.

Sais minerais	Concentração g/L
NaCl	0,25
MgCl ₂ .6H ₂ O	0,007
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,0045
KH ₂ PO ₄	0,0264
Água destilada	1 L

O monitoramento do sistema experimental foi realizado durante 78 dias, tendo início no dia 02 de maio de 2014 e término no dia 18 de julho de 2014. Os parâmetros analisados foram nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, nitrato, nitrito, oxigênio dissolvido (OD) e análise da biomassa aderida no meio suporte, baseado no trabalho de Nakagawa (2013). Todas as análises foram realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999).

RESULTADOS OBTIDOS

Verifica-se na figura 3 a variação da concentração de nitrogênio amoniacal. A concentração de nitrogênio amoniacal no esgoto bruto variou entre 6 e 32 mg/L, tendo uma concentração média de 17,3 mgN-NH₄⁺/L, enquanto que no efluente final a concentração variou entre 0,5 e 18 mg/L, apresentando uma concentração média de 7,5 mgN-NH₄⁺/L. O BFAS apresentou uma eficiência média de 56,5% na oxidação de nitrogênio amoniacal.

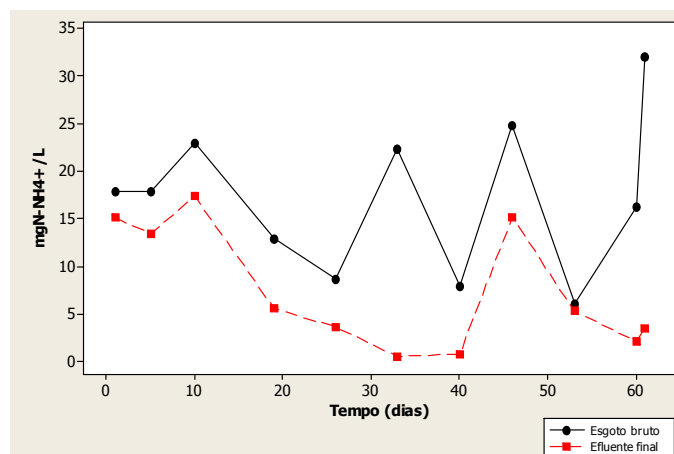


Figura 3: Variação da concentração de nitrogênio amoniacal.

Hirakawa et al., (2002) avaliaram o desempenho do BFAS na remoção de nitrogênio amoniacal, a concentração de nitrogênio amoniacal encontrado no esgoto bruto foi de 7 a 20 mgN-NH₄⁺/L, enquanto que no efluente do BFAS a

concentração variou entre 1 e 15 mgN-NH₄⁺/L. Assim como neste trabalho, Hirakawa et al., (2002) também obtiveram uma alta eficiência de oxidação do nitrogênio amoniacal do BFAS.

De acordo com o inciso II do art. 16 da Resolução CONAMA 430/11, a concentração máxima permitida de nitrogênio amoniacal no efluente para este ser lançado no corpo hídrico é de 20 mg/L, observando a figura 3 é possível verificar que a concentração de nitrogênio na forma amoniacal esteve sempre abaixo do valor máximo permitindo, indicando que a nitrificação no BFAS foi eficiente.

Verifica-se na figura 4 a variação da concentração de nitrato e nitrito no efluente final. A concentração média de nitrato no efluente foi de 8,0 mgN-NO₃⁻/L e de nitrito foi de 5,2 mgN-NO₂⁻/L. A redução da concentração de nitrogênio amoniacal e a presença de nitrito e nitrato no efluente final confirmou a ocorrência do processo de nitrificação.

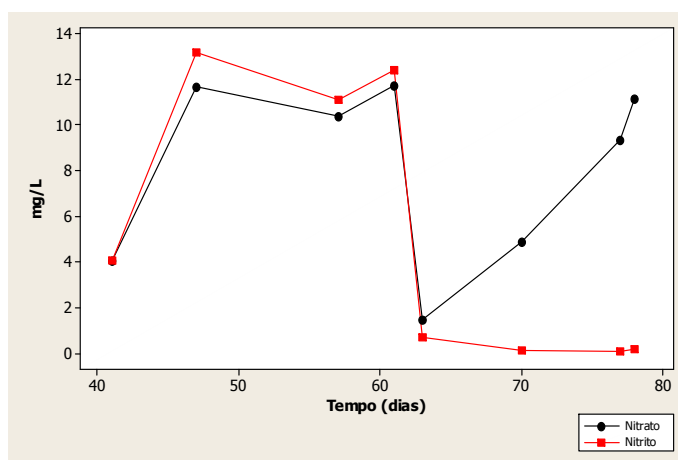


Figura 4: Variação da concentração de nitrito e nitrato.

Com a figura 5 é possível verificar a variação da concentração de OD no BFAS. A concentração média de operação foi de 6,16 mgO₂/L. De acordo com Chagas (2006) para que as bactérias nitrificantes consigam se desenvolver a concentração média de OD presente no sistema deve ser superior a 2 mgO₂/L. A concentração de OD de operação do sistema foi adequada para o desenvolvimento das bactérias nitrificantes.

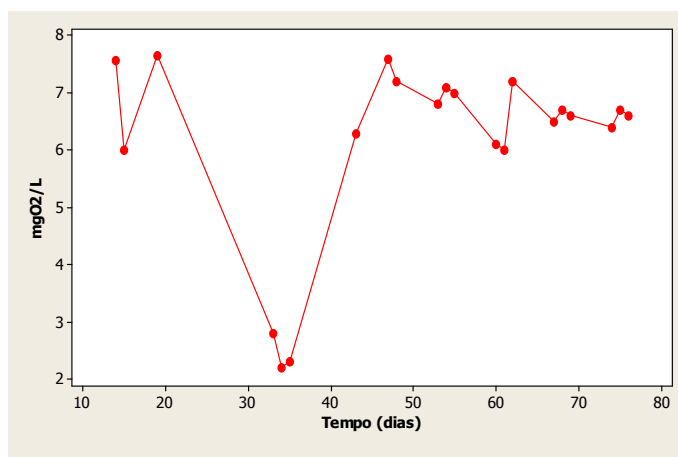


Figura 5: Variação da concentração de OD no BFAS.

O pH médio do esgoto bruto foi de 7, enquanto que do efluente nitrificado foi de 7,54. Com relação a alcalinidade, o esgoto bruto apresentou em média 132 mgCaCO₃/L e o efluente final apresentou em média uma alcalinidade de 90,15 mgCaCO₃/L. Com a ocorrência da nitrificação a alcalinidade é consumida, reduzindo assim o pH do efluente, porém mesmo observando a ocorrência da redução da alcalinidade o pH não sofreu o mesmo efeito, o que pode estar relacionado a recirculação do efluente do biofiltro para o reator UASB.

A temperatura média de operação do reator foi de 25,9°C, variando entre 14 a 38°C, operando assim na faixa de temperatura para a ocorrência do processo de nitrificação segundo Ferreira (2000) que é de 4 a 45°C.

Verifica-se na figura 6 a variação da concentração da biomassa aderida no meio suporte.

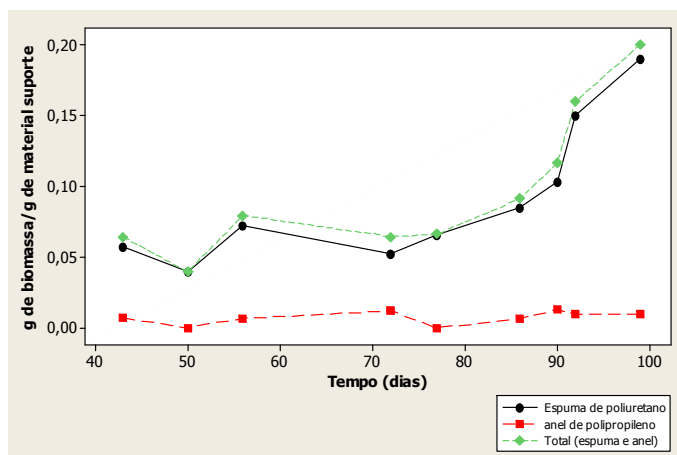


Figura 6: Variação da concentração de biomassa aderida no material suporte do BFAS

A concentração de biomassa aderida na espuma de poliuretano variou entre 0,03 a 0,19 gramas de biomassa por gramas de meio suporte, enquanto que no anel de polipropileno a biomassa aderida variou entre 0,0003 a 0,013 gramas de biomassa por gramas de meio suporte. A concentração média total de biomassa aderida foi de 0,098 gramas de biomassa por gramas de meio suporte. O material utilizado se mostrou como uma boa alternativa a ser empregada como meio suporte para BFAS para o tratamento de esgoto sanitário, uma vez que permitiu a aderência da biomassa e consequentemente a formação de biofilmes e a ocorrência do processo de nitrificação.

CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, verificou-se que o BFAS foi eficiente na redução da concentração de nitrogênio amoniacal do efluente de um reator anaeróbico para o tratamento de esgoto sanitário sintético, permitindo que a concentração final de nitrogênio amoniacal fosse mantida abaixo do limite estabelecido pela legislação ambiental.

Verificou-se ainda, que a concentração de OD que o sistema operou permitiu o desenvolvimento das bactérias nitrificantes, evidenciando isto pela redução do nitrogênio amoniacal e pela presença de nitrito e nitrato no efluente. O material utilizado como meio suporte para o BFAS foi eficiente para a aderência de biomassa, favorecendo também a ocorrência do processo de nitrificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington, DC: APHA, 1999.
2. CHAGAS, A. F. Influência da taxa de recirculação de lodo no processo de nitrificação em sistema de FBFAS precedido de reator UASB. 2006.152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
3. CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 1997. 380p.
4. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 430, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluente.
5. FERREIRA, E. S. Cinética química e fundamentos dos processos de nitrificação e denitrificação biológica. XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Porto Alegre – Brasil, 2000.

6. GIUSTINA, S. V. D.; MIRANDA, L. A. S.; et al. Remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos por nova configuração de biofiltro aeróbio submerso no pós-tratamento de efluente de reator UASB. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Porto Alegre. v.15, n.3, p.257-266, jul/set.2010.
7. GONÇALVES R.F.; ROGALLA, F. Biofiltros aerados para remoção de nitrogênio de águas residuárias sob diversas temperaturas.1994. In: XXIV CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Buenos Aires, Argentina, 1994.
8. HIRAKAWA,C.; PIVELI, R. P.; ALEM SOBRINHO, P. Biofiltro aerado submerso aplicado ao pós-tratamento de efluente de reator UASB – estudo em escala piloto com esgoto sanitário. 21º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2002.
9. LIU, Y. X.; YANG, T. O.; et al. Study of municipal wastewater treatment with oyster as biological aerated filter medium. **Desalination**. 2010. p.149-153.
10. NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário**: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. Edgar Blucher: São Paulo, 2003.
11. OLIVEIRA, L. D. **Avaliação do processo de nitrificação em um filtro biológico aerado submerso alimentado com efluente RALF**. 2012. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Estadual de Maringá, Paraná.
12. PUJOL, R.; CANLER, J. P.; IWEMA, A. Biological aerated filters: an attractive and alternative biological process. **Water Sci. & Technol**. v.26, n. ¾. p.693-702. 1992.
13. TORRES, P. Desempenho de um reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) de bancada no tratamento de substrato sintético simulando esgotos sanitários. 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.