

PARTIDA DE REATOR MABR PARA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE EFLUENTE SINTÉTICO PELA VIA ANAMMOX

LUIZ FELIPE GOMES FERREIRA¹, ELIANDRA RODIO², TATIANE MARTINS DE ASSIS³, ELLEN LEMES SILVA⁴, ARUANI LETICIA TOMOTO⁵, SIMONE DAMASCENO GOMES⁶

¹ Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Saneamento Ambiental, UNIOESTE, Cascavel - PR, luiz.ferreira6@unioeste.br.

² Licenciada Biologia, Mestranda em Eng. Agrícola, Depto. PGEAGRI-, UNIOESTE, Cascavel - PR.

³ Engenheira Agrícola, Dra. em Eng. Agrícola, Depto. PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁴ Engenheira Agrícola, Doutoranda em Eng. Agrícola, Depto. PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁵ Engenheira Ambiental, Doutoranda em Eng. Agrícola, Depto. PGEAGRI, UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁶ Engenheira Agrônoma, Profa. Dra., Depto. Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, PGEAGRI, Cascavel - PR.

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: A remoção biológica de nitrogênio pela via ANAMMOX é uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes com cargas ricas em nitrogênio, por apresentar baixos custos operacionais e alta eficiência. Este trabalho teve como objetivo dar partida e manter estabilidade no processo de remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX, em um reator com biofilme em membrana aerada, alimentado com efluente sintético com concentração de 100 mg. L⁻¹ de nitrogênio amoniacal, com tempos de detenção hidráulica de 3 e 1 dia. Após 40 dias de operação os resultados demonstraram que a remoção de nitrogênio está ocorrendo pela via ANAMMOX. Após esse período, a eficiência média de remoção de Nitrogênio Total foi de aproximadamente 60,7% e a máxima foi de 70,3%. Esses resultados indicam que os controles operacionais adotados garantiram uma rápida partida do reator, alcançando alta eficiência na remoção de nitrogênio, sendo-se uma alternativa para tratamento de efluentes com altas cargas de nitrogênio, como aquelas geradas em abatedouro de aves.

PALAVRAS-CHAVE: nitrificação parcial, desamonificação, micro aeração

START OF MABR REACTOR FOR NITROGEN REMOVAL FROM SYNTHETIC EFFLUENT BY ANAMMOX

ABSTRACT: The biological removal of resources by ANAMMOX is an alternative treatment rich in effluents, as it presents alternative operating costs and high efficiency. The objective of this work was to start and maintain stability in the process of nitrogen removal by ANAMMOX, in an aerated membrane biofilm reactor (MABR), fed with synthetic effluent with a concentration of 100 mg. L⁻¹ of ammoniacal nitrogen, with hydraulic retention times (HRT) of 3 and 1 day. After 40 days of operation, the results showed that nitrogen removal is taking place via ANAMMOX. After this period, the average Total Nitrogen removal efficiency was approximately 60.7% and the maximum was 70.3%. These results indicate that the operational controls adopted ensured a quick start-up of the reactor, achieving high efficiency in nitrogen removal, being an alternative for the treatment of effluents with high nitrogen loads, such as those generated in a poultry slaughterhouse.

KEYWORDS: partial nitrification, deamonification, microaeation

INTRODUÇÃO: O Oeste do Paraná, possui um forte setor na produção animal, principalmente quando se fala de agroindústrias de abate de aves. Em 2020 o Brasil teve a maior produção de carne de frango dos últimos 10 anos, com cerca de 69% para o mercado interno (ABPA, 2020). Percebe-se a importância deste setor economicamente ao país, ao mesmo tempo a necessidade de controle e gestão dos efluentes gerados nas agroindústrias, com métodos mais eficazes de tratamento. Entre os problemas ambientais causados pelo nitrogênio em meio aquoso, pode-se destacar a elevada toxicidade da amônia aos organismos aquáticos, causando o fenômeno da eutrofização de corpos hídricos, e ainda o nitrato pode causar diversos malefícios à saúde humana como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul) e ainda há a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas de atividade carcinogênica segundo De Prá *et al.* (2017). Como alternativa para atenuar a problemática do nitrogênio no tratamento de efluentes, a via ANAMMOX vem sendo estudada. A remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX depende da sinergia entre as bactérias nitrificantes e ANAMMOX que coexistem no mesmo reator. A manutenção da vida desses organismos exige rigoroso controle operacional. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo dar partida e estabelecer condições ideais que possibilitem a ocorrência do processo de remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX, em um reator modelo MABR.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Reatores Biológicos (LAREB) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, campus Cascavel-PR. O reator possuía formato cilíndrico em acrílico, com 35 cm de altura e 9,2 cm de diâmetro, com volume total de 2,0 L e útil de 1,5 L. O reator foi acondicionado em uma câmara com temperatura controlada em 30°C, e na parte interna do reator uma membrana de silicone no formato helicoidal, responsável pelo fornecimento de oxigênio dissolvido (OD). O modelo do reator MABR utilizado é apresentado na Figura 1. A alimentação foi realizada com efluente sintético composto por 100 mg. L⁻¹ de nitrogênio amoniacal e micronutrientes, segundo Van de Graaf *et al.* (1996). O desempenho do reator foi calculado por meio de análises Nitrogênio Amoniacal (N-NH₄⁺), Nitrito (N-NO₂⁻), Nitrato (N-NO₃⁻), alcalinidade, e oxigênio dissolvido seguindo APHA (2005). A partida do reator foi por meio da adição de inóculo proveniente de outro reator ANAMMOX operado no laboratório (4 g.L⁻¹ Sólidos Suspensos Voláteis). Na partida o reator foi operado com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias, com alimentação contínua e recirculação do efluente tratado com micro aeração de 30 minutos/dia, mantendo e OD abaixo de 1,0 mg. L⁻¹. No 20º dia o TDH foi alterado para 1 dia e no 30º dia a micro aeração foi reduzida para 20 minutos/dia. Para verificar se a remoção de nitrogênio ocorreu pela via ANAMMOX, foi calculado os coeficientes estequiométricos, de acordo com De Prá *et al.* (2017), e comparados aos coeficientes teóricos de MAO *et al.* (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A condução do experimento teve duração de 51 dias. Os resultados do monitoramento das formas nitrogenadas são apresentados na Figura 2.

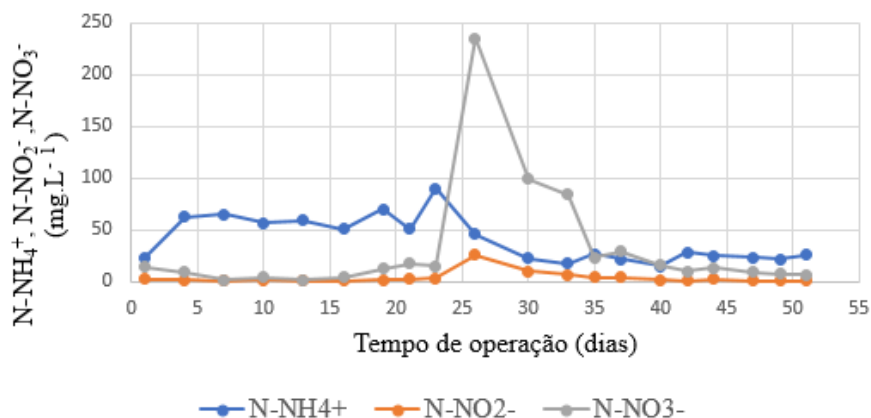


FIGURA 2. Resultado do monitoramento das formas nitrogenadas no efluente

Como observado na Figura 2, o $N-NH_4^+$ no efluente apresentou uma concentração média de $57,2 \text{ mg. L}^{-1}$ do início da operação até o 26º dia, indicando que a nitrificação se estabeleceu já nos primeiros dias de operação. O valor médio da concentração de $N-NH_4^+$ no efluente foi de $39,12 \text{ mg. L}^{-1}$, que corresponde a uma remoção de NH_4^+ de 60,88%. No 20º dia a mudança nas condições de operação, em que houve redução no TDH e aumento da micro aeração, causou um desequilíbrio do processo de nitrificação, levando ao acúmulo de $N-NO_3^-$ no reator, que só foi controlado após o 33º dia, com a redução da micro aeração. Após o 40º dia, os baixos valores de $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$ e $N-NO_3^-$ demonstram que o processo voltou a alcançar estabilidade. Na figura 3 é apresentada a eficiência de remoção de nitrogênio obtida durante a condução do experimento.

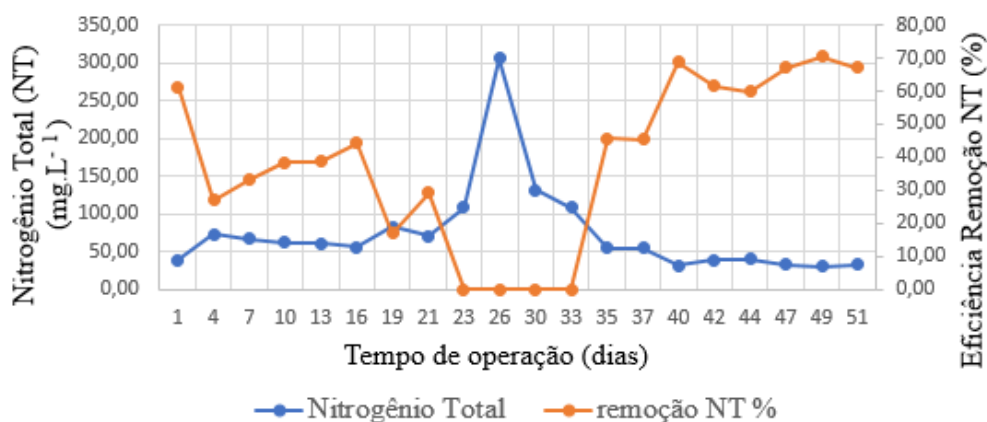


FIGURA 3. Eficiência de remoção de Nitrogênio Total

Nos primeiros 21 dias de operação foi de aproximadamente 36,1%, sendo afetada posteriormente pelo desequilíbrio promovido pelo acúmulo de nitrato que se estendeu até o 33º dia. Após esse período a eficiência média de remoção de nitrogênio foi de aproximadamente 60,7% e a máxima foi de 70,3%. Resultados semelhantes foram obtidos em pesquisa desenvolvida por Augusto *et al.* (2018), ao utilizar uma água residuária com concentração de 100 mg. L^{-1} de nitrogênio amoniacal em reator MABR, em que obtiveram uma remoção média de nitrogênio de 61% e máxima de 69%. Na Tabela 1 são apresentados os cálculos estequiométricos encontrados pela média dos valores obtidos no período de operação, após alcançada a estabilização do processo, comparados com a estequiometria teórica de MAO *et al.* (2017).

TABELA 1. Equações de remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX

Dia de operação	Equações por Período
40 a 51	$\text{NH}_4^+ + 0,92 \text{O}_2 \rightarrow 0,43 \text{N}_2 + 0,13 \text{NO}_3^- + 1,43 \text{H}_2\text{O} + 1,13 \text{H}^+$
*	$\text{NH}_4^+ + 0,85 \text{O}_2 \rightarrow 0,44 \text{N}_2 + 0,11 \text{NO}_3^- + 1,43 \text{H}_2\text{O} + 1,14 \text{H}^+$

*Equação teórica da estequiometria pela via ANAMMOX (MAO et al.,2017)

Conforme Tabela 1, após um período de estabilização do processo, aproximadamente 40 dias, os coeficientes calculados atingiram valores muito próximos aos coeficientes teóricos, o que indica que a remoção de NH_4^+ estava ocorrendo pela via ANAMMOX, que corrobora com o baixo índice de micro aeração, pois ANAMMOX é uma via anóxica De Prá et al. (2017).

CONCLUSÕES: O reator atingiu estabilidade no processo após 40 dias, e com os dados estequiométricos obtidos, foi possível identificar a remoção de nitrogênio do efluente sintético pela via ANAMMOX, com uma remoção máxima de nitrogênio total no período estudado de 70,3%, mostrando assim a viabilidade deste meio de tratamento, bem como economia de recursos energéticos, pela menor quantidade de oxigênio dissolvido necessário.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS:

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 2005.

AUGUSTO, M. R.; CAMILOTI, P. R.; SOUZA, T. S. O. Fast start-up of the single-stage nitrogen removal using anammox and partial nitritation (SNAP) from conventional activated sludge in a membrane-aerated biofilm reactor. **Bioresource Technology**, v.266, p.151–157, 2018.

DE PRÁ, M. C. **Desenvolvimento e validação de protótipo de reator para aplicação do processo de desamonificação utilizando digestato da suinocultura**, 2017.

MAO, N., REN, H., GENG, J., DING, L., & XU, K. Engineering application of anaerobic ammonium oxidation process in wastewater treatment. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.33, n.8, p.1-11, 2017.

STROUS, M.; HEIJNEN, J. J.; KUENEN, J. G.; JETTEN, M. S. M. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.50, n.5, p.589–596, 1998.

VAN DE GRAFF, A.; DE BRUIJN, P.; ROBERTSON, L.; JETTEN, M.; KUENEN, J. Autotrophic growth of anaerobic ammonium-oxidizing micro-organisms in a fluidized bed reactor. **Microbiology** 142, 2187–2196, 1996. Mulder, A., Van De Graaf, A. A., Robertson, L. A. & Kuenen, J. G. (1995). Anaerobic Ammonium Oxidation Discovered In A Denitrifying Fluidized Bed Reactor. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 16, p.177–184.