

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE ABATEDOURO DE AVES POR PROCESSO DE DESAMONIFICAÇÃO EM REATOR MABR DE FLUXO CONTÍNUO

LUIZ FELIPE GOMES FERREIRA¹, ELIANDRA RODIO², LUANA C. CALLIARI LEITE ROSSI³, 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, Mestrando 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: O processo de desamonificação é uma tecnologia inovadora que possibilita a remoção de nitrogênio de águas residuárias com menores custos operacionais. Essa tecnologia tem sido empregada no tratamento de diversas águas residuárias, como lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. Entretanto, há poucos estudos na literatura sobre o processo de desamonificação no tratamento de águas residuárias de abatedouro de aves. Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação do processo de desamonificação no tratamento de águas residuárias de abatedouro de aves em um reator com biofilme em membrana aerada (MABR), operado em fluxo contínuo, com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 24 horas, correspondente a uma carga de nitrogênio aplicada de $87,4 \text{ g N.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$. Após 52 dias de operação o reator demonstrou elevada eficiência, com valor médio de remoção de N-NH_4^+ de 88,1%. A eficiência máxima de remoção de nitrogênio total (NT) foi de 76,1%, e o valor médio de carga de nitrogênio removida de $65,1 \text{ g N.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$. Após o período de adaptação da biomassa, os coeficientes estequiométricos calculados coincidiram com coeficientes teóricos, indicando estabilidade no processo de desamonificação.

PALAVRAS-CHAVE: nitrificação parcial, Anammox, MABR

REMOVAL OF NITROGEN FROM POULTRY SLAUGHTERHOUSE WASTEWATER BY DESAMONIFICATION PROCESS

ABSTRACT: The demonification process is an innovative technology that enables the removal of nitrogen from wastewater with lower operating costs. This technology has been used in the treatment of various wastewaters, such as landfill leachate and domestic sewage. However, there are few studies in the literature on the demonification process in the treatment of poultry slaughterhouse wastewater. This study aimed to evaluate the application of the demonification process in the treatment of poultry slaughterhouse wastewater in a membrane aerated biofilm reactor (MABR), operated in continuous flow, with hydraulic retention time (HRT) of 24 hours, corresponding to an applied nitrogen load of $87.4 \text{ g N.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$. After 52

days of operation, the reactor showed high efficiency, with an average N-NH_4^+ removal value of 88.1%. The maximum total nitrogen (NT) removal efficiency was 76.1%, and the mean value of nitrogen load removed was $65.1 \text{ g N}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$. After the biomass adaptation period, the calculated stoichiometric coefficients coincided with theoretical coefficients, indicating stability in the denitrification process.

KEYWORDS: partial nitrification, Anammox, MABR

INTRODUÇÃO: De 2000 a 2020 o abate de frangos no país teve um crescimento de 170,87%. Em 2019, foram produzidas 13,2 milhões de toneladas de carne de frango no país, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (EMBRAPA, 2020). Essa elevada produção do setor avícola apresenta grande potencial poluidor, uma vez que as águas residuárias são ricas em nutrientes. Quando lançados no meio aquático, altas concentrações de nitrogênio amoniacal podem ter sérios impactos ecológicos, uma vez que reduzem o oxigênio disponível do meio, causando a morte de organismos aquáticos. Compostos nitrogenados apresentam graves riscos à saúde humana, o nitrato pode causar metahemoglobina, doença conhecida com síndrome do bebê azul e o nitrito apresenta potencial carcinogênico e mutagênico (BORTOLI *et al.*, 2019). Assim, tecnologias que promovam a remoção de nutrientes são de extrema relevância. O processo de desamonificação, conhecido também nitritação parcial/ anammox, destaca-se por apresentar menores custos com energia elétrica e redução da produção de lodo quando comparados à tecnologias tradicionais de remoção de nitrogênio. No processo de desamonificação bactérias oxidam amônio diretamente a nitrogênio gasoso, utilizando nitrito como aceptor de elétrons. Nessa via aproximadamente metade da amônia é convertida a nitrito pelas bactérias oxidantes de amônia e a outra metade é oxidada por bactérias Anammox (CHINI *et al.*, 2020). Este trabalho teve como objetivo avaliar o estabelecimento do processo de desamonificação em reator MABR, possibilitando a remoção de nitrogênio de águas residuárias de abatedouro de aves.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, campus Cascavel-PR. O reator apresentava formato cilíndrico, com 35 cm de altura e 9,2 cm de diâmetro e volume útil de 1,5 L. Na parte interna do reator foi inserida uma membrana de silicone de 4 metros, disposta de forma helicoidal, responsável pelo fornecimento de oxigênio dissolvido. Inicialmente o reator foi alimentado com água residuária sintética, composta por $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de nitrogênio amoniacal e micronutrientes segundo Van de Graaf *et al.* (1996). Após o reator apresentar uma condição estável, de acordo com os coeficientes estequiométricos, iniciou-se este trabalho, utilizando água residuária de abatedouro de aves na alimentação de forma contínua, com TDH de 24 horas e temperatura a 30°C . O desempenho do reator foi avaliado por meio das análises de Nitrogênio Amoniacal (N-NH_4^+), Nitrito (N-NO_2^-), Nitrato (N-NO_3^-), alcalinidade, e oxigênio dissolvido. Todas as análises foram realizadas de acordo com a APHA (2005). Para avaliar a eficiência da remoção de nitrogênio total (NT) foi calculada a diferença entre entrada e a saída do reator das formas nitrogenadas: N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^- . Para verificar se a remoção de nitrogênio estava ocorrendo pelo processo de desamonificação foram calculados os coeficientes estequiométricos, de acordo com De Prá (2017), e comparados aos coeficientes teóricos descritos por MAO *et al.* (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A condução do experimento teve duração de 75 dias. Os resultados do monitoramento das formas nitrogenadas na entrada e saída do reator são apresentados na Figura 2.

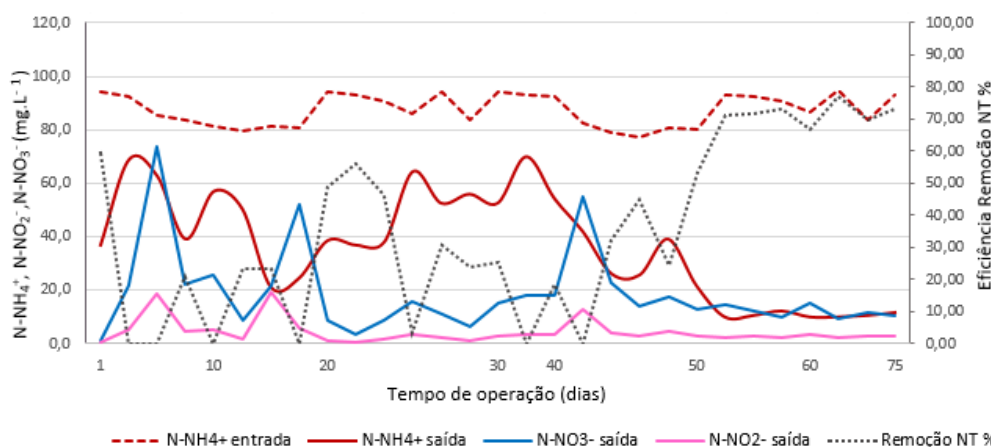


FIGURA 2. Monitoramento das formas nitrogenadas na entrada e saída do reator

Nas primeiras semanas de operação observa-se uma instabilidade do processo de desamonificação, ocasionada pela adaptação da biomassa as novas condições operacionais. Constatou-se um acúmulo de $N-NO_3^-$ no efluente e baixa remoção de NH_4^+ nesse período. Após a estabilização do processo (dia 52 - 75) o reator demonstrou elevada eficiência na remoção de nitrogênio. A remoção média de $N-NH_4^+$ foi de 88,1%. A eficiência média de remoção de NT nesse período foi de 71,8% e máxima de 76,1%, e valor médio de carga de nitrogênio removida foi de 65,1 $g N.m^{-3}.d^{-1}$. A fim de identificar o processo de desamonificação, foram calculados os coeficientes estequiométricos das espécies químicas envolvidas no processo e comparados ao coeficientes teóricos.

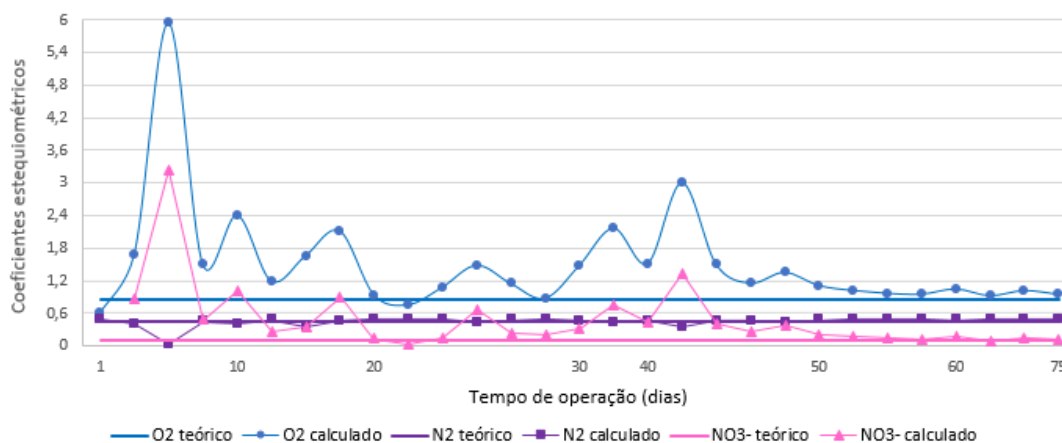


FIGURA 3. Coeficientes estequiométricos teóricos comparados aos coeficientes calculados.

Verifica-se que nas primeiras semanas de operação os coeficientes de O_2 foram superiores aos valores teóricos. Esse consumo de O_2 pode ser atribuído a proliferação de organismos que não estavam envolvidos no processo de desamonificação, como bactérias nitrantes e organismos heterotróficos aeróbicos (CHINI *et al.*, 2020). Inicialmente, os coeficientes calculados de NO_3^- também se apresentaram superiores aos coeficientes teóricos. Esses resultados podem ser devido à inibição da atividade Anammox, em função do crescimento de bactérias nitrantes, que se adaptaram de forma mais rápida as novas condições operacionais, favorecidas por terem uma taxa de crescimento 12 vezes maior que as bactérias Anammox

(STROUS *et al.*, 1998; KUNZ *et al.*, 2012). Após o período de adaptação da biomassa, aproximadamente 52 dias, o processo de desamonificação apresentou-se estável, e os coeficientes calculados coincidiram com coeficientes teóricos.

CONCLUSÕES: O processo de desamonificação estabeleceu-se com 52 dias de operação, após esse período os coeficientes estequiométricos calculados coincidiram com coeficientes teóricos, indicando estabilidade do processo. O reator demonstrou elevado desempenho na remoção de nitrogênio de águas residuárias de abatedouro de aves, com valor médio de remoção de N-NH_4^+ de 88,1%, remoção máxima de nitrogênio total de 76,1%.

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 nitrification (SNAP) from conventional activated sludge in a membrane-aerated biofilm reactor. **Bioresource Technology**, 266,151–157, 2018.
- BORTOLI, M.; DE PRÁ, M. C.; KUNZ, A. Tratamento do digestato: remoção de nitrogênio. **Embrapa Suínos e Aves-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.
- CHINI, A.; HOLLAS, C. E.; BOLSAN, A. C.; VENTURIN, B.; BONASSA, G.; CANTÃO, M. E.; KUNZ, A. Process performance and anammox community diversity in a deammonification reactor under progressive nitrogen loading rates for swine wastewater treatment. **Bioresource Technology**, 311, 123521, 2020.
- DE PRÁ, M. C. **Desenvolvimento e validação de protótipo de reator para aplicação do processo de desamonificação utilizando digestato da suinocultura**, 2017.
- Embrapa Suínos e Aves (EMBRAPA). Central de inteligência de aves e suínos – CIAS, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias>. Acesso em: 19 mai. 2022.
- 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**, 33(8), 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**, 50(5), 589–596, 1998. doi:10.1007/s002530051340.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R.; DAMASCENO, S.; COLDEBELA, A. Nitrogen removal from swine wastewater by combining treated effluent with raw manure. **Sci. Agric.** 69, 352–356, 2012. doi.org/10.1590/S0103-90162012000600002.
- VAN DE GRAFF, A. ; DE BRUIJIN, 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.