

ENRIQUECIMENTO DE BIOMASSA ANAMMOX EM REATOR MABR EM BATELADA SEQUENCIAL A PARTIR DE LODO ANAERÓBIO DE ABATE SUÍNO

ASSIS, T.M.¹, FERREIRA, F.G.², MARTINS, J.E.³, TOMOTO, A.L.⁴, OKADA, D.⁵, GOMES, S.D.⁶

¹Eng.^a Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, PGEAGRI/UNIOESTE, Cascavel-PR, (45)991015822, tatiane.assis@unioeste.br

^{2,3}Estudante de graduação em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, Cascavel-PR

⁴ Eng.^a Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, PGEAGRI/UNIOESTE, Cascavel-PR

⁵Eng.^o Civil, Prof. Dr. Adjunto, Faculdade de Tecnologia - UNICAMP, Limeira-SP

⁶ Eng.^a Agrônoma, Prof.^a Dr.^a Adjunta, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIOESTE, Cascavel-PR

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A remoção de Nitrogênio via ANAMMOX, vem sendo objeto de pesquisa devido as diversas vantagens relacionadas a baixa produção de lodo, baixa demanda de oxigênio dissolvido, e a dispensa da fonte de carbono orgânico na desnitrificação. No entanto ainda é um desafio conseguir uma biomassa ANAMMOX robusta para aplicar em plantas de tratamento de efluentes, devido baixa taxa de duplicação das bactérias e a falta ainda de microrganismos isolados. Deste modo o objetivo do trabalho foi enriquecer a biomassa ANAMMOX a partir de lodo anaeróbico coletado em no sistema de tratamento de efluentes de um abatedouro de suínos em um reator MABR-BS (Reator de Biofilme Aerado em Membrana em Batelada Sequencial), operado em um frasco de vidro (Duran) com 0,5L de volume útil, microaeração intermitente distribuída por uma membrana de silicone e tempos de ciclo (TC) testados de 5 e 3 dias, operados por 60 e 80 dias, respectivamente. O reator apresentou rápido start-up percebendo-se a remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX (conforme cálculo estequiométrico). No TC de 3 dias houve um acúmulo de nitrato, sendo necessário reduzir a alcalinidade para reestabelecer a atividade ANAMMOX.

PALAVRAS-CHAVE: Reator MABR-BS, Microaeração, Desamonificação.

ENRICHMENT OF ANAMMOX BIOMASS IN A MABR REACTOR IN SEQUENTIAL BATCH FROM ANAEROBIC SWINE SLAUGHTER SLUDGE

ABSTRACT: The ANAMMOX nitrogen removal has been the researches subject due to the several advantages related to low sludge production, low dissolved oxygen demand, and no needs of the organic carbon source in denitrification. However, it is still a challenge to obtain a robust ANAMMOX biomass to be applied in effluent treatment plants, due to the low duplication rate of bacteria and the lack of isolated microorganisms. Thus, the objective of this work was to enrich ANAMMOX biomass from anaerobic sludge collected in the effluent treatment system of a swine slaughterhouse in a MABR-SB reactor (Membrane Aerated Biofilm Reactor - Sequential Batch), operated in a sequential batch in a serum bottle with 0.5L of useful volume, intermittent micro-aeration distributed over a silicone membrane, the cycle times (TC) were 5 and 3 days, operated for 60 and 80 days, respectively. The reactor

presented a fast start-up, with the removal of nitrogen through the ANAMMOX path (stoichiometric calculation). In the 3-day CT there was an accumulation of nitrate, and it was necessary to reduce alkalinity to re-establish ANAMMOX activity.

KEYWORDS: MABR-BS reactor, microaeration, deamonification.

INTRODUÇÃO: O desafio atual da remoção de nitrogênio em sistemas de tratamento de efluentes é a otimização dos processos, visando à redução da área utilizada pelos sistemas de tratamento e dos custos energéticos. Nesta perspectiva justificam-se pesquisas sobre a remoção de nitrogênio pela via ANAMMOX. A equação 1 apresenta a estequiometria da reação geral da oxidação do íon amônio direto a nitrogênio gasoso pela via ANAMMOX (STROUS *et al.*, 1998), onde pode-se notar a exigência da nitrificação parcial (relação 1:1,32 entre nitrogênio amoniacal e nitrito).

$$\text{NH}_4^+ + 1,32 \text{NO}_2^- + 0,066\text{HCO}_3^- + 0,13\text{H}^+ \rightarrow 1,02\text{N}_2 + 0,26 \text{NO}_3^- + 0,066\text{CH}_2\text{O}_{0,5}\text{N}_{0,15} + 2,03\text{H}_2\text{O} \quad (1)$$

O uso da via ANAMMOX apresenta como vantagens: baixa demanda por oxigênio; dispensa o carbono orgânico que é usado na desnitrificação na via convencional; e ainda apresenta baixa produção de lodo (0,11g SSV/gN-NH₄⁺) decorrente do elevado tempo de duplicação celular (9 a 11 dias)(ZHU,2008). Em contra partida a baixa taxa duplicação influencia na demora da partida dos reatores ANAMMOX a partir de lodos de sistemas convencionais. AUGUSTO *et al.* 2018, utilizou o modelo MABR – *Membrane Aerated Biofilm Reactors*/Reator de Biofilme Aerado em Membrana para promover em reator contínuo de uma fase a nitrificação parcial e atividade ANAMMOX com baixo tempo de partida (17 dias), nesse reator, o oxigênio é transmitido dentro do reator por uma membrana de silicone, que por sua porosidade, possibilita que uma baixa concentração de OD. Com este trabalho objetivou-se promover o enriquecimento de biomassa ANAMMOX com alimentação sintética, tendo como fonte de biomassa, lodo proveniente de um abatedouro e frigorífico de suínos, testando o sistema MABR em batelada sequencial (MABR-BS).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Reatores Biológicos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/*Campus* Cascavel e as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental e Laboratório de Análises Agroambientais. O lodo utilizado no experimento foi coletado em uma agroindústria abatedora de suínos na cidade de Medianeira-PR, sendo o local de coleta a lagoa anaeróbia da estação de tratamento de águas residuárias da indústria. O reator foi inoculado com 200 mL de lodo anaeróbio com SV de ~4000mg.L⁻¹ e 300 mL de água residuária sintética, que seguiu a seguinte formulação: NH₄Cl, 100mg.L⁻¹; NaHCO₃, 2g.L; KH₂PO₄, 0,0272g.L; MgSO₄·7H₂O, 0,3g.L; CaCl₂·2H₂O, 0,18g.L; e 1mL das soluções de elementos traço I e II conforme metodologia de Augusto *et al* (2018). O aparato experimental do Reator MABR-BS foi composto de: 1 frasco de vidro (Duran) de 1L de volume total, com 500 mL de volume útil, 200mL de lodo e 300 mL de substrato sintético; 1 aerador da marca Big Air 420 acoplado a 1 fluxômetro com vazão de ar regulada em 1,0 L.min⁻¹, a concentração de OD foi mantida em aproximadamente 0,5 mg.L⁻¹; 30 cm de membrana de silicone em formato curvilíneo com uma das entradas conectadas ao aerador e fluxômetro, a outra saída foi imersa em coluna de água de 75 cm para pressionar a saída do ar pelos poros da membrana. A membrana de silicone utilizada tem espessura de parede de 2mm e diâmetro externo de 8mm; 1 equipamento banho maria com agitação, para aquecimento do frasco na temperatura de aproximadamente 32°C e agitação de 30 rpm. As análises físico-químicas que

foram realizadas para caracterização do lodo e verificação da remoção de nitrogênio são: Nitrogênio Amoniacal ($N-NH_4^+$); Nitrato($N-NO_3^-$); Nitrito($N-NO_2^-$); pH; Alcalinidade e Oxigênio Dissolvido realizadas de acordo com à APHA (2005) e Carbono Orgânico Total, realizado por analisador TOC-LCPH/CPN, (Shimadzu, Kyoto, Japão). O experimento foi conduzido com tempo de ciclo de 5 dias, durante 60 dias e nos 80 dias seguintes com tempo de ciclo de 3 dias. Como estratégias para conter o acúmulo de nitrato no reator foram adotadas restrição de OD (supressão total por 10 dias) e retomada do fornecimento com 6 minutos de aeração por dia, 1 minuto de aeração a cada 4 horas e redução da alcalinidade de 2000 mg.L^{-1} para 500 mg.L^{-1} de $NaHCO_3$. Os coeficientes estequiométricos para o processo CANON (*Completely Autotrophic Nitrogen removal Over Nitrite*) foram calculados conforme metodologia de cálculo de THIRD, et al (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados de nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal são apresentados na Figura 1.

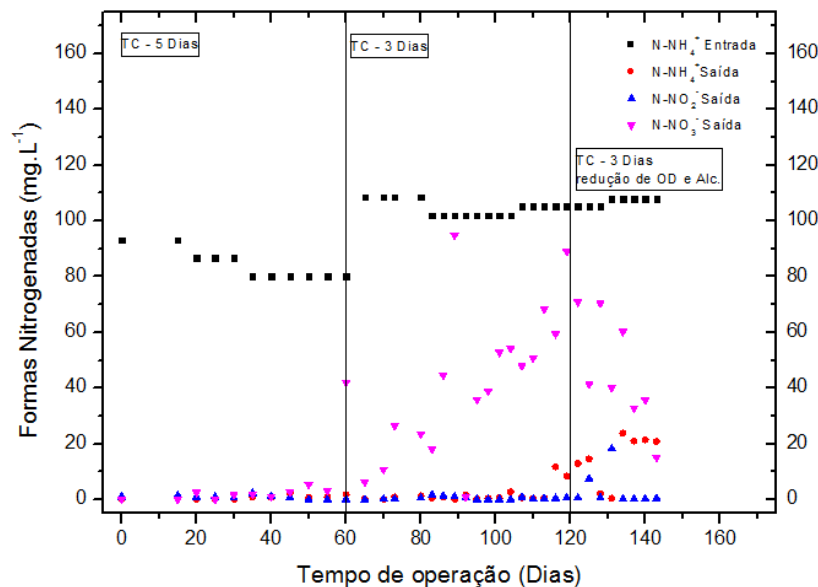
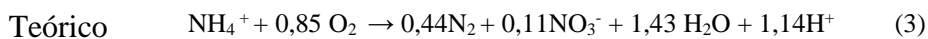
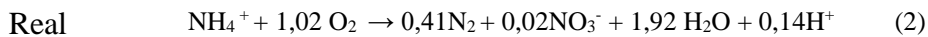


FIGURA 1. Formas nitrogenadas na saída do reator MABR-BS.

Durante os primeiros 60 dias de operação do reator, com TC de 5 dias, conforme cálculo estequiométrico e comparação aos coeficientes teóricos (equações 1 e 2) a atividade ANAMMOX foi constatada. As equações 2 e 3 demonstram a comparação entre estequiometria média do TC de 5 dias em comparação com os valores teóricos da estequiometria ANAMMOX.



Ao utilizar os coeficientes estequiométricos para avaliar a atividade ANAMMOX no reator operado por CHINI, *et al* (2019) os autores apresentaram as mesmas diferenças nos valores dos coeficientes, reforçando que a via utilizada para remoção de nitrogênio do presente estudo foi a via ANAMMOX no tempo de ciclo de 5 dias. No tempo de ciclo de 3 dias, principalmente entre os dias 60 e 120 de operação, houve aumento gradativo do acúmulo de nitrato, esse comportamento apresentou redução significativa após adotadas duas estratégias controle: a retirada do fornecimento de oxigênio, e a restrição drástica do fornecimento de alcalinidade de 2000 mg.L^{-1} de $NaHCO_3$ para 500 mg.L^{-1} .

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de alcalinidade total, pH, OD e Temperatura durante os 140 de experimento.

TABELA 1. Médias e desvio padrão dos valores de alcalinidade total, pH, oxigênio dissolvido, temperatura e carbono orgânico total (COT) do reator MABR-BS.

Estatística	Alcalinidade total (mg.L ⁻¹)	pH	OD (mg.L ⁻¹)	Temperatura (°C)	COT (mg.L ⁻¹)
Média	40,29	8,19	0,63	31,12	11,03
Desvio padrão	17,46	0,50	0,25	4,17	8,85

O consumo médio de alcalinidade durante o experimento foi de 98,55%, o pH se mostrou estável durante todo o experimento e as taxas de OD satisfizeram as condições anóxicas desejadas para o sistema nitrificação parcial e atividade ANAMMOX no mesmo reator. Os dados de COT, apontam para uma relação C/N muito baixa (aproximadamente 0,1), reforçando o enriquecimento da biomassa ANAMMOX. A relação C/N máxima apontada por Jenni *et al.* (2014) é de 1,4 para que a remoção de N ocorra pela via ANAMMOX.

CONCLUSÕES: O reator MABR-BS apresentou resultados satisfatórios com relação atividade ANAMMOX, apontada pela equação 2. Em relação a alcalinidade o consumo foi de quase 100% na forma de bicarbonato, indicando sua utilização para crescimento bacteriano ANAMMOX e para nitrificação parcial. A relação de C/N baixa indicada pelos valores de COT, mostra que não houve atividade heterotrófica no reator. O acúmulo de nitrato no TC de 3 dias demonstra a adaptação de bactérias nitrificadoras as condições de alcalinidade e baixo OD, esse comportamento foi parcialmente inibido com a alteração dessas duas variáveis.

AGRADECIMENTOS: À CAPES e a Fundação Araucária pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS:

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, DC: APHA, 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.
- CHINI, A., BOLSAN, A.C., HOLLAS, C. E., ANTES, F.G., FONGARO, G., TREICHEL, H., KUNZ, K.. Evaluation of deammonification reactor performance and microorganisms community during treatment of digestate from swine sludge CSTR bioreactor. **Journal Of Environmental Management**, v. 246, p.19-26, 2019.
- JENNI, S., VLAEMINCK, S.E., MORGENROTH, E., UDERT, K.M.. Successful application of nitritation/ANAMMOX to wastewater with elevated organic carbon to ammonia ratios. **Water Res.**, v.49, p.316–326, 2014.
- STROUS, M., HEIJNEN, J.J., KUENEN, G.J., JETTEN, M.M.S.. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms. **Appl. Microbiol. Biotechnology**, v.50, p.589–596, 1998.
- ZHU, G. et al. Biological Removal of Nitrogen from Wastewater. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 192, p. 159-195, 2008.
- THIRD, K.A. et al. The CANON system (Completely Autotrophic Nitrogen-removal Over Nitrite) under ammonium limitation: interaction and competition between three groups of bacteria. **Systematic and applied microbiology**, v. 24, n.4, p. 588-596, 2001.