



III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS
12 A 14 DE MARÇO DE 2013 – SÃO PEDRO - SP

EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO UTILIZANDO O PROCESSO ANAMMOX EM EFLUENTE DA SUINOCULTURA

Angélica Chini^{1*}; Airton Kunz²; Marcelo Bortoli³; Marina Celant de Prá⁴; Tiago Perondi⁵; Lucas Antunes Scussiato⁶

¹Graduada em Engenharia Ambiental – UnC, Concórdia-SC-Brasil *angechini@gmail.com

²Pesquisador Embrapa Suínos e Aves

³Doutorando em Engenharia Química – UFSC

⁴Mestranda em Engenharia Química – UFSC

⁵Graduado em Ciências Biológicas – UNOESC

⁶Graduando em Engenharia Ambiental – UnC

RESUMO: A suinocultura é apontada como uma das principais atividades da pecuária brasileira causadora de impactos ambientais. Os problemas ambientais ficaram mais evidentes à medida que foram adotados os Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs), em que um grande volume de efluentes passou a ser gerado em áreas cada vez menores, como consequência uma elevada carga de nutrientes é depositada nestas áreas. Assim, na remoção destas cargas de nutrientes, os processos biológicos são amplamente utilizados devido ao baixo custo e alta eficiência na remoção de carbono e nutrientes. Porém, as tecnologias utilizadas resultam em um efluente com baixa relação carbono/nitrogênio, dificultando, a remoção do nitrogênio através das práticas convencionais como nitrificação-desnitrificação. Dessa forma, o processo ANAMMOX (do inglês anaerobic ammonium oxidation) vem sendo estudado para a remoção do nitrogênio via amônia e nitrito. O objetivo deste trabalho foi avaliar a partida, operação e eficiência de um reator com atividade ANAMMOX em escala laboratorial, alimentado com efluente de um reator de nitrificação parcial (NP). O reator operou por 249 dias, desses, 120 dias alimentado com efluente sintético, obtendo eficiência de remoção de nitrogênio de 88,4%. A partir do dia 121 o meio sintético passou a ser substituído gradativamente por efluente do reator de NP. Nesse período, a média de eficiência na remoção de nitrogênio foi de 75,9%. No dia 200, passou-se a alimentar com 100% de efluente de um reator de NP, com eficiência de 80,6.

Palavras-chave: dejetos suíno, remoção de nutrientes, tratamento de efluentes.

EFFICIENCY OF NITROGEN REMOVAL USING ANAMMOX PROCESS FOR SWINE EFFLUENT TREATMENT

ABSTRACT: The swine production is considered one of the main activities of the Brazilian livestock that causes environmental impacts. The environmental problems have begun to point out when the Confined Animal Feeding Operations (CAFOs) was adopted, where a large volume of effluent has been generated in small areas, resulting in a high nutrients load surplus. Biological processes are generally used for nutrient removal of from effluents, due to low costs and high efficiency to remove nutrients and also carbon. However, in effluents with low carbon/nitrogen ratio (e.g. from biodigestors), the nitrogen removal through the conventional practices such as nitrification-denitrification will be more difficult. Therefore, the anaerobic ammonium oxidation ANAMMOX, a chemolithoautotrophic process, has been studied for nitrogen removal via ammonia and nitrite. Thus, the objective of this study is to evaluate the start-up, operation and efficiency of a reactor with ANAMMOX activity in laboratorial scale fed with partial nitrification (PN) reactor effluent. The reactor was operated for 249 days, being fed for 120 days with synthetic effluent, until complete stability, obtaining 88.4% of nitrogen removal efficiency. From 121th day on, the synthetic affluent was gradually replaced by effluent from the PN reactor. During this period the average nitrogen removal



III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS
12 A 14 DE MARÇO DE 2013 – SÃO PEDRO - SP

efficiency was 75.9%. In the 200th day, started to be fed with 100% effluent from PN reactor, achieving 80.6% nitrogen removal.

Keywords: swine wastewater, nutrient removal, environmental impact.

INTRODUÇÃO

A suinocultura mostra-se como uma das cadeias produtivas de maior expressão na agropecuária brasileira, apresentando grande importância econômica e social. Todavia, também é considerada uma atividade responsável pelo impacto ambiental das águas superficiais e subterrâneas (Kunz, et al. 2007).

Isso acontece devido ao modelo de produção adotado pela suinocultura industrial mundial, no qual ocorre uma grande concentração de animais em pequenas áreas, gerando, dessa forma, uma elevada quantidade de dejetos, onde se faz necessário a gestão e tratamento dos mesmos para reduzir os impactos sobre solo, ar e água.

Assim, os processos biológicos são amplamente utilizados pelo baixo custo operacional, pela pouca mão-de-obra utilizada e alta eficiência. Porém, pela alta biodegradabilidade dos efluentes da suinocultura, tem-se um efluente com baixa relação carbono/nitrogênio (Kunz, et al. 2009).

Tal procedimento dificulta a remoção do nitrogênio pelas técnicas convencionais, como é o caso da nitrificação autotrófica e desnitrificação heterotrófica.

Deste modo, para a remoção biológica do nitrogênio é necessário o uso de processos avançados que não requerem carbono como é o caso do processo ANAMMOX (do inglês anerobic ammonium oxidation) tornam-se interessantes.

O processo ANAMMOX consiste na oxidação anaeróbia do nitrogênio amoniacal (NA) via microrganismos específicos, diretamente a nitrogênio gasoso (N_2), tendo nitrito (NO_2^-) como acceptor final de elétrons, produzindo aproximadamente 7% do nitrogênio total inicial (NT) na forma de nitrato ($N-NO_3^-$) (Strous, et al. 1998 Viancelli, et al. 2011).

Porém, para a aplicação do mesmo é necessária a presença de nitrito. A nitrificação parcial (NP), que é parte do processo de nitrificação tem sido utilizada como ferramenta para geração desta espécie para alimentação do processo ANAMMOX (Prá, et al. 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição do meio sintético por efluente da suinocultura, previamente tratado em um reator NP, na eficiência de um reator com atividade ANAMMOX em escala laboratorial.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema foi composto por um reator de vidro, com volume útil de 0,1 L, fluxo ascendente e alimentado com bomba peristáltica em regime contínuo. Durante todo o período de estudo a temperatura foi controlada em $35^\circ C \pm 1$. O TRH foi fixado em 0,55 horas.

A alimentação ocorreu em duas etapas distintas. Inicialmente, para o estabelecimento do processo, o reator foi alimentado com meio de cultura sintético, composto por nitrogênio na forma de nitrito ($N-NO_2^-$) e amônia ($N-NH_3$), nutrientes e micronutrientes. (Vanotti, 2004)

Posterior ao estabelecimento do processo, o reator foi alimentado com efluente de um reator de NP (Prá, et al. 2012). Como forma de adaptação do reator ANAMMOX ao efluente do reator NP, foi realizada uma troca gradual do meio de alimentação sintético pelo efluente do reator NP, através da diluição deste com meio sintético em diferentes proporções. As diluições foram realizadas de acordo com as seguintes proporções: 20:80 (v/v), 20% efluente NP: 80% meio sintético, 40:60, 60:40, 80:20 e, por fim, 100% de efluente NP. Assim, quando as concentrações no efluente estavam abaixo de 10 mg.L^{-1} (em $N-NO_2^-$ e



III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS
12 A 14 DE MARÇO DE 2013 – SÃO PEDRO - SP

N-NH₃) incrementava-se a concentração em efluente.

Após a diluição do efluente NP mais meio sintético na proporção adequada foram feitas novas diluições com água destilada, quando necessárias, para que a concentração de N-NO₂⁻ não ultrapassasse 100 mgN-NO₂⁻.L⁻¹, tendo o N-NH₃ próximo a essa concentração.

Para acompanhar a eficiência do processo foram realizadas análises de: oxigênio dissolvido, alcalinidade total, N-NH₃, N-NO₂⁻ e N-NO₃⁻ (APHA, 2012). As coletas foram realizadas duas vezes por semana, na entrada e saída do reator.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta os resultados das concentrações das formas nitrogenadas do afluente e efluente ao longo dos 242 dias de operação do reator. No período inicial de 120 dias o reator obteve eficiência de remoção de NT de 88,4%.

A partir do dia 121 o meio sintético passou a ser substituído gradativamente por efluente NP. Na proporção de 20:80, o reator apresentou-se estável, onde a carga média aplicada se manteve em 8,3 ± 0,1 g.NT.L⁻¹.d⁻¹, e a média da carga removida foi de 5,7 ± 0,3 g.NT.L⁻¹.d⁻¹ (figura 2), apresentando uma eficiência média de remoção de NT de 71 ± 5%.

Assim, com uma semana operando sob estas condições, foi aumentada a proporção de efluente NP para 40:60. O reator apresentou um aumento na concentração de 16,4 para 37,7 mg.L⁻¹ de N-NH₃ na saída do reator, possivelmente ocasionado pela fase de adaptação à nova condição de alimentação, conforme Yamamoto, et al. (2008) que também observou aumento das formas nitrogenadas na saída do reator, onde o mesmo atribuiu este acontecimento a alimentação com efluente NP.

Após 15 dias, o reator alcançou a estabilidade, e somente no dia 145 de operação o reator apresentou eficiência de remoção de NT de 73,3%, considerada satisfatória. No dia 154 verificou-se que o reator teve aumento da eficiência para 81,8%, chegando a alcançar 85,5% no dia 160. Quando então, foi passada a alimentação para a proporção de 60:40, onde novamente a concentração de N-NH₃ na saída do reator teve um aumento de 1,9 para 14,5 mg.L⁻¹, porém não afetou a eficiência de remoção de NT que foi de em 81,3%. Quando a diluição passou para 80:20, o reator continuou apresentando-se estável, onde a carga média aplicada foi de 9,0 ± 1,1 g.NT.L.d⁻¹ com remoção de 7,2 ± 0,8 g.NT.L.d⁻¹ o que correspondeu a uma eficiência de 80,6%.

Dessa forma, passou-se a alimentar com 100% de efluente NP, aplicando-se uma carga média de 7,8 ± 1,0 g.NT.L.d⁻¹ e removendo em média 6,2 ± 0,9 g.NT.L.d⁻¹, apresentando uma eficiência média de remoção de NT de 78,9% nesse período. Atingindo eficiência de remoção de NT de 89,5% no dia 203.

Percebeu-se que com o aumento da proporção do efluente NP ocorreu uma melhora na eficiência de remoção de NT. Na proporção 20:80 a média foi 68,7%, 40:60 foi 72,7%, 60:40 aumentou para 81,31%, 80:20 para 80,5%, e, com 100% foi para 80,6%. Furukawa, K. et al. (2009) também observou que, conforme diminuía a diluição do efluente de NP a eficiência do reator ANAMMOX aumentava.

CONCLUSÃO

O reator ANAMMOX se mostrou eficiente quando alimentado com efluente NP até a concentração de 200 mgNT.L⁻¹. Com o aumento da proporção efluente NP:meio sintético o reator aumentou sua eficiência na remoção de NT, obtendo uma eficiência máxima de 89,5% e removendo uma carga de 8,8 g.NT.L.d⁻¹.

Estes resultados demonstram o grande potencial da utilização do processo ANAMMOX como pós-tratamento de reatores NP no tratamento de efluentes da suinocultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA & WEF. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington, DC: American Public Health Association.
- Furukawa, K. et al. 2009. Innovative treatment system for digester liquor using anammox process. *Bioresource technology*. v. 100, p. 5437-5443.
- Kunz, A. et al. *In*: Seganfredo, Milton Antonio (Ed). *Gestão ambiental na suinocultura*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. Cap. 4, p. 105-118.
- Kunz, et al. 2009. Advanced swine manure treatment and utilization in brazil. *Bioresource technology*. v. 100, p. 5485-5489.
- Prá, Marina Celant de. et al. 2012. Simultaneous removal of TOC and TSS in swine wastewater using the partial nitritation process. *Journal Chemical technology biotechnology*. DOI: 10.1002/jctb.3803.
- Strous, M. et al. 1998. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms. *Appl microbial biotechnol.* v.50, p. 589-596.
- Vanotti, M.B. 2004. Evaluation of environmentally superior technology: Swine waste treatment system for elimination of lagoons, reduced environmental impact, and improved water quality. *USDA-ARS*.
- Viancelli, A. et al. 2011. Bacterial biodiversity from an anaerobic up flow bioreactor with Anammox activity inoculated with swine sludge. v. 54, n.5, p. 1035-1041.
- Yamamoto, T. et al. 2008. Long-term stability of partial nitritation of swine wastewater digester liquor and its subsequent treatment by Anammox. *Bioresource technology*. v. 99, p. 6419-6425.

Figura 01: Acompanhamento das formas nitrogenadas no afluente e efluente do reator ANAMMOX.

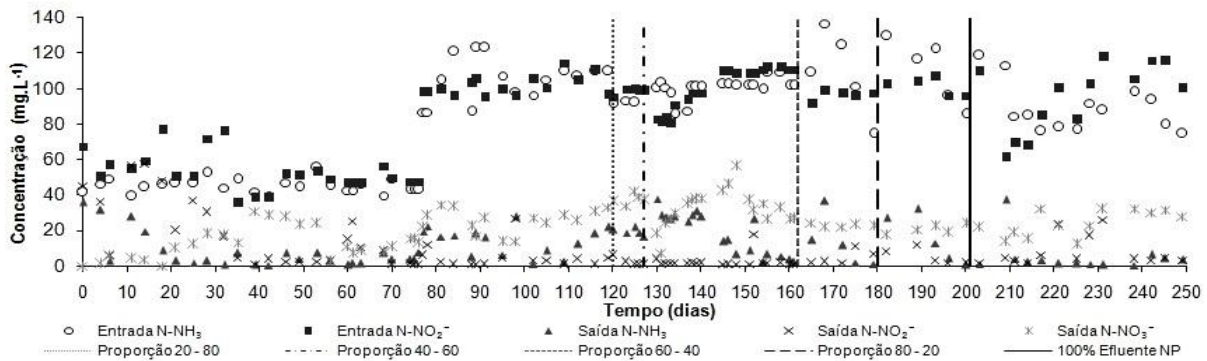


Figura 02: Acompanhamento das cargas aplicadas e removidas de nitrogênio do reator ANAMMOX.

