

## PARTIDA E OPERAÇÃO DE UM REATOR AERÓBIO DE NITRITAÇÃO PARCIAL PARA O TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS COM REMOÇÃO SIMULTÂNEA DE COT

Pra, M. C. De<sup>1\*</sup>; Kunz, A.<sup>2</sup>; Steinmetz, R. L. R.<sup>2</sup>; Casagrande, C. G.<sup>3</sup>; Soares, H. M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia Ambiental, Universidade do Contestado, Bolsista CNPq, Concórdia – SC, Brasil.  
e-mail: marinadepraa@gmail.com

<sup>2</sup>Embrapa Suínos e Aves, Br 153 Km 110, 89700-000, Concórdia-SC Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Química, UFSC, Florianópolis – SC, Brasil.

**RESUMO** – O processo de nitrificação parcial trata-se de um segmento do ciclo do nitrogênio microbiano onde a estratégia é baseada na acumulação de nitrito pelo favorecimento da atividade das bactérias oxidadoras de amônia (BOA) e paralela inibição da atividade das bactérias oxidadoras de nitrito (BON). Devido a maior sensibilidade das BON a alguns compostos inibidores, alguns parâmetros podem ser utilizados para controlar a geração de nitrito no sistema. O presente trabalho objetivou partir, operar e estabelecer o processo de nitrificação parcial em um reator aeróbio com biomassa suportada de escala laboratorial para o tratamento de dejetos de suínos com remoção simultânea de carbono orgânico total (COT). O reator operou sob condições controladas de pH (7,6 – 7,8), temperatura (35°C) e TRH (24 h). O OD foi utilizado como parâmetro operacional para o controle das taxas de oxidação de amônia, favorecendo a nitrificação parcial em uma concentração de 3,5 mg/L. Dessa forma, o processo de nitrificação parcial foi evidenciado pelas concentrações proporcionais de N-NH<sub>3</sub> e N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> no efluente do sistema, haja vista que parte do nitrogênio foi removido por desnitrificação devido a alta disponibilidade de carbono no afluente. Além disso, o processo mostrou ser uma ferramenta eficiente na simultânea remoção de COT e sólidos suspensos.

**Palavras-Chave** – dejetos de suíno, nitrificação parcial, remoção de nitrogênio

## START UP AND OPERATION OF AEROBIC REACTOR OF PARTIAL NITRITATION FOR SWINE MANURE TREATMENT AND SIMULTANEOUS TOC REMOVAL

**ABSTRACT** – The process of partial nitritation, a segment of the microbial nitrogen cycle, that the strategy is based on nitrite accumulation by favoring the activity of ammonia oxidizing bacteria (AOB) and parallel inhibition of the nitrite oxidizing bacteria (NOB). Due to higher sensitivity of the NOB the use of some experimental parameters can be used to control the generation of nitrite in the system. This study aimed to start up, operate and establish the process of partial nitritation an aerobic reactor with biomass supported at the laboratory scale for treatment of swine manure with simultaneous removal of total organic carbon (TOC). The reactor operated under controlled pH (7.6 – 7.8), temperature (35°C) and HRT (24 h). The OD was used as an operating parameter to control the rate of ammonia oxidation, favoring partial nitritation at a concentration of 3.5 mg/L. Thus, the process was evidenced by partial nitritation proportional concentrations of NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N in the effluent system, considering that part of the nitrogen was removed by denitrification due to high availability of carbon in the influent. Furthermore, the process proved to be an efficient tool for simultaneous removal of TOC and suspended solids.

**Key-words** – swine manure, partial nitritation, nitrogen removal

### 1 INTRODUÇÃO

O principal problema das águas residuárias da suinocultura decorre do grande volume de efluente gerado na atividade produtiva somado a alta concentração de nutrientes (como o nitrogênio) presentes nos dejetos de suínos (Kunz *et al.*, 2009). Tais aspectos, associados ao

manejo inadequado desse efluente, acarretam impactos a ecossistemas aquáticos e terrestres, como por exemplo eutrofização de ambientes lênticos e lóticos, bem como aumento da concentração de nutrientes e metais no solo.

Geralmente, o tratamento biológico para remoção de nitrogênio envolve o processo de nitrificação autotrófica e desnitrificação heterotrófica. Na nitrificação, as bactérias oxidadoras de amônia (BOA) oxidam amônia ( $\text{NH}_3$ ) a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e em seguida, as bactérias oxidadoras de nitrito (BON) oxidam o nitrito a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Subsequentemente, ocorre a desnitrificação devido a conversão do nitrato a nitrogênio gasoso ( $\text{N}_2$ ). Se utilizado, esse processo demanda grande quantidade de oxigênio e alcalinidade.

Sabendo disso, com base nas metodologias de identificação de microorganismos e no tipo de metabolismo desenvolvido por populações específicas, foi recentemente descoberto a existência de um novo segmento do ciclo do nitrogênio, conhecido como oxidação anaeróbia de amônio (ANAMMOX) (Mulder et al., 1995). Este processo trata-se de uma rota alternativa que consiste na oxidação anaeróbia do íon amônio, via microrganismos específicos, diretamente a  $\text{N}_2$ , utilizando nitrito como aceptor de elétrons, com uma pequena produção de nitrato. Devido a taxa de crescimento lenta desse tipo de bactéria (9 a 11 dias) (Jetten et al., 2001), o processo produz pouco volume de lodo, além de preservar mais de 60% do oxigênio no processo, reduzindo os custos com tratamento, em comparação ao método convencional de nitrificação/desnitrificação.

Para aplicação do processo anammox, é necessário que ocorra a nitrificação parcial, em vez de completar o processo de nitrificação, ou seja, como pré-tratamento para alimentação de reatores anammox, a nitrificação parcial deve evitar a conversão de  $\text{NO}_2^-$  em  $\text{NO}_3^-$  e limitar a quantidade de amônia oxidada. A fim de tornar a estequiometria de acordo com a reação anammox, é desejável que cerca de 50% da amônia seja oxidada a nitrito. Contudo, como resultado do envolvimento de reações bioquímicas complexas e diversos microrganismos no processo, essa relação pode ser difícil de manter. Para tanto, as diferenças fisiológicas entre as BOA e BON são extremamente importantes na estabilidade da nitrificação parcial. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi partir, operar e estabelecer o processo de nitrificação parcial em um reator aeróbio com biomassa suportada de escala laboratorial para o tratamento de dejetos de suínos com remoção simultânea de carbono orgânico total (COT).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi composto por uma unidade reacional previamente construída em vidro para um volume útil de 5 litros. O reator continha uma divisão central, controle de temperatura e provido de sistema de aeração: compressor de ar para aquário 2,5 W (A230, Big Air) com difusores de pedra porosa submersos. Um controlador de pH (S2123-6606, marca Sincrontec) foi utilizado para manter os valores de pH na faixa de 7,6 – 7,8 e compensar alcalinidade através da injeção de NaOH 1 mol/L. Foi utilizado como meio de alimentação do sistema o efluente de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente com Manta de Lodo (UASB) da Estação de Tratamento de Dejetos de Suínos da Embrapa Suínos e Aves. O efluente foi coletado em frascos plásticos de 5 litros e armazenado em congelador a  $-5^\circ\text{C}$  objetivando menor variação possível das suas características. A alimentação do reator foi efetuada de forma controlada utilizando bomba peristáltica (Cole-Parmer Master Flex HV-07553-70). O meio suporte utilizado para fixação das BON constituiu-se de fibra de acrílico, nova tecnologia denominada “swim-bed” (Rouse et al., 2004). Na saída do reator foi utilizado um cone de Imhof com capacidade de 1 litro como decantador de lodo. O reator foi inoculado com uma concentração de 2100 mgSST/L de biomassa nitrificante previamente cultivada em laboratório utilizando efluente sintético composto principalmente por sulfato de amônio e nutrientes. Para a partida do sistema, o afluente foi diluído a 25% (v/v) e o inóculo adicionado após preenchimento do volume do reator. Os aumentos de concentração foram determinados pela estabilidade do processo de nitrificação, ou seja, para cada aumento de concentração esperou-se a adaptação do sistema antes de executar nova progressão. Devido a elevada produção de espuma no reator, foi controladamente adicionado solução 1% de anti-espumante (v/v) (FX AF8, marca Faxon). As coletas foram realizadas três vezes por semana, na entrada e saída do

reator, durante 190 dias de operação. Os parâmetros utilizados para monitoramento do sistema foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), alcalinidade total, nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ), sólidos suspensos totais, fixos e voláteis (SST, SSF e SSV). As determinações destes parâmetros seguiram metodologia estabelecida em Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1995). Ademais, as análises de nitrogênio total ( $\text{N}_T$ ), carbono total (CT), carbono orgânico total (COT) e carbono inorgânico (CI) foram realizadas com equipamento de análise elementar (Multi C/N 2100, Analytik Jena).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que as BOA são mais resistentes que as BON na presença de alguns compostos inibidores, bem como suas taxas de crescimento são maiores quando submetidas a temperaturas relativamente altas, o reator foi mantido a  $34,30 \pm 0,80$   $^{\circ}\text{C}$ , com TRH de 24 h, para que a velocidade de crescimento das BOA fosse favorecida. Satisfatoriamente, as concentrações de  $\text{N-NO}_3^-$  durante todo o experimento não foram detectadas, o que indica que a atividade das BON foi inibida com êxito.

A Tabela 01 apresenta as concentrações de amônia, nitrito e nitrato do efluente durante o experimento. A partir do 25<sup>o</sup> dia de operação do reator, após um período de adaptação de 15 dias em uma concentração de aproximadamente 300 mg/L de  $\text{N-NH}_3$ , a acumulação de nitrito apresentava-se estável no sistema, dando margem para que fosse iniciado o aumento na concentração pelo decréscimo da diluição. Após atingir uma diluição a 75% (v/v), trabalhando com uma concentração de aproximadamente 750 mg/L de  $\text{N-NH}_3$  na alimentação do sistema, haja vista que esta se assemelha as reais concentrações do dejetos de suíno, foi dado início ao processo de oxidação parcial da amônia.

Uma vez que o oxigênio gasoso é o aceptor final de elétrons na estequiometria da reação de nitrificação, a sua concentração pode ser determinante nas taxas de conversões de amônia e produção de nitrito. Sabendo disso, a concentração de oxigênio dissolvido foi utilizada como parâmetro operacional para o controle da nitrificação parcial. Estudos já realizados referem que a velocidade específica de crescimento da população das BOA aumenta com o aumento na concentração de OD (Canziani et al., 2006; Jianlong & Ning, 2004), favorecendo assim a atividade metabólica dessas bactérias. Por isso, no 186<sup>o</sup> dia de operação do reator, limitou-se a concentração de OD para aproximadamente 3,5 mg/L. Com isso, conforme os dados apresentados na Tabela 01, as concentrações de amônia e nitrito no efluente do sistema evidenciaram o processo de nitrificação parcial, demonstrando a influência do OD nas taxas de oxidação proporcionais de amônia e nitrito.

Apesar do processo de nitrificação ser realizado por bactérias autotróficas, devido a disponibilidade de carbono no afluente do sistema, simultaneamente ocorreu decomposição da matéria orgânica pela ação de bactérias heterotróficas no reator. A Figura 01 ilustra as concentrações de COT e SST na entrada e saída do reator. A eficiência de remoção de COT manteve uma média de  $86 \pm 6$  % durante o experimento (Figura 01). Uma vez que a concentração de nitrogênio foi aumentada gradualmente, as concentrações de COT aumentaram na mesma proporção, exceto nos momentos de flutuação nas concentrações de SST no afluente. Quando uma grande quantidade de sólidos suspensos é disposto em reatores anammox, estes podem se aderir ao biofilme e como resultado, a eficiência de remoção de nitrogênio pode diminuir. Durante o experimento, cerca de  $80 \pm 10$  % de SST foi satisfatoriamente removido do sistema.

### 4 CONCLUSÕES

O processo de nitrificação parcial foi evidenciado pelas concentrações proporcionais de  $\text{N-NH}_3$  e  $\text{N-NO}_2^-$  no efluente do reator. Além disso, mostrou ser uma ferramenta eficiente na simultânea remoção de COT e SST do sistema.

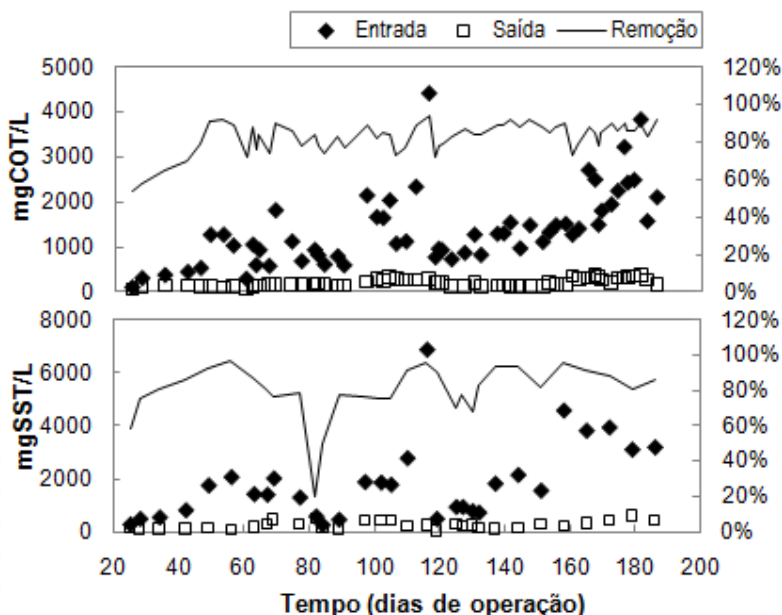
Na continuidade dos estudos, outras análises serão efetuadas para verificar a qualificação e quantificação das bactérias presentes no reator, além da possibilidade de acoplar o reator a outros com atividade anammox.

## 5 LITERATURA CITADA

- APHA, AWWA & WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1995.
- CANZIANI, R. et al. *Effect of oxygen concentration on biological nitrification and microbial kinetics in a cross-flow membrane bioreactor (MBR) and moving-bed biofilm reactor (MBBR) treating old landfill leachate*. *Journal of Membrane Science*, v. 286, p. 202-212, 2006.
- JETTEN M. S. M. *Microbiology and application of the anaerobic ammonium oxidation ('anammox') process*. *Environmental biotechnology*, v. 12, p. 283–288, 2001.
- JIANLONG, W. & NING, Y. *Partial nitrification under limited dissolved oxygen conditions*. *Process Biochemistry*, v. 39, p. 1223-1229, 2004.
- KUNZ, A ; MIELE, M ; STEINMETZ, R . *Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil*. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 5485-5489, 2009.
- MULDER, A. et al. *Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized reactor*. *FEMS Microbiol. Ecol.*, v. 16, p. 177-184, 1995.
- ROUSE, J. D. et al. *Swim-bed technology as an Innovative Attached-growth process for high-rate wastewater treatment*. *Journal of Water Treatment Biology*. v. 40, p. 115-124, 2004.

**Tabela 01** – Acompanhamento das concentrações de amônia, nitrito e nitrato durante o experimento.

Tempo (dias de operação)	Diluição (v/v)	Saída de N-NH <sub>3</sub> (mg/L)	Saída de N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Saída de N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	OD (mg/L)
25	25%	3,68	192,73	0,00	1,92
90	50%	92,7	541,60	0,00	3,55
158	50%	2,98	452,40	0,00	3,60
185	75%	5,84	592,13	0,00	3,96
186	75%	5,02	584,00	0,00	4,05
187	75%	267,35	233,66	0,00	3,49
188	75%	222,16	219,20	0,00	3,35
189	75%	229,5	217,30	0,00	3,22



**Figura 01** – (a) Acompanhamento das concentrações de COT durante o experimento. (b) Acompanhamento das concentrações de SST durante o experimento.