

# INTERFERÊNCIA DA TAXA DE RECIRCULAÇÃO NA REMOÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO PELO PROCESSO *Modified Ludzak-Ettinger* (MLE)

Bortoli, M.<sup>(1)\*</sup>; Kunz, A.<sup>(2)</sup>; Soares, H. M.<sup>(3)</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Eng. Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, CEP: 88040-900.  
e-mail: [marcelobortoli@gmail.com](mailto:marcelobortoli@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal de Santa Catarina

**RESUMO:** O fato de que a atividade pecuária intensiva exerce forte pressão sobre o meio ambiente é de conhecimento da cadeia produtiva, e a suinocultura é tida como principal responsável pelo impacto ambiental causado pelas águas residuárias dos seus sistemas produtivos nas águas superficiais e subterrâneas. Nos últimos anos tem se confirmado a previsão da necessidade de tratamento dos efluentes animais. O processo MLE surge como alternativa na minimização dos impactos causados principalmente pelo alto volume de efluentes e altas concentrações de nutrientes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a interferência da proporção de recirculação total ( $R_T$ ) na eficiência de remoção de carbono e nitrogênio. Foram testadas quatro  $R_T$  diferentes, mantendo a carga de alimentação e o tempo de residência hidráulico (TRH) constantes. Observou-se que a  $R_T$  influencia positivamente em ambas as eficiências de remoção de carbono e nitrogênio, porém, essa influência é limitada. A  $R_T$  ótima encontrada foi de 5,5:1 sendo 4,5:1 do retorno do reator nitrificante e 1:1 do retorno da biomassa sedimentada no decantador. A  $R_T$  ótima atingiu eficiência de remoção de 90,7% e 88,3% para COT e NT, respectivamente.

**Palavras-chave:** Efluentes de suinocultura, MLE, nitrificação, desnitrificação.

## INFLUENCE OF RECIRCULATION RATE ON CARBON AND NITROGEN REMOVAL BY THE *Modified Ludzak-Ettinger* (MLE) PROCESS

**ABSTRACT:** The fact that the intensive livestock activity exerts strong pressure on environment is known by the production chain, and pig farming is seen as primarily responsible for the environmental impact caused by the wastewater from their production systems to surface water and groundwater. In recent years it has been confirmed the necessity of new management and treatment technologies for livestock effluents. The MLE process is an alternative to minimize the impacts caused mainly from high volumes and high nutrients concentration. This work had the objective to assess the interference of recirculation rate on system efficiency. It was tested four different  $R_T$ , keeping loading rate and hydraulic retention time (HRT) constants. Observed that the RT had positive influence on efficiency of nitrogen and carbon removal, but this influence was limited. The optimum  $R_T$  found was 5.5:1, being 4.5:1 of nitrate return and 1.0:0 of sludge return. The optimum  $R_T$  reached removal efficiency of 90.7% and 88.3% to COT and NT, respectively.

**Keywords:** Swine wastewater, MLE, nitrification, denitrification.

## INTRODUÇÃO

A produção de suínos tem grande importância na pecuária brasileira e é fonte de geração de renda em muitas regiões do Brasil onde a atividade se concentra. No entanto é de conhecimento da comunidade científica e da cadeia produtiva, que a suinocultura tem grande potencial poluidor, principalmente em função dos Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs).

Os impactos ambientais causados pela suinocultura notoriamente tornam-se de grandes proporções a partir da adoção dos SPACs pelas agroindústrias priorizando a alta concentração de animais em pequenas áreas (Kunz *et al.*, 2005).

Tal poder impactante, segundo Kunz *et al* (2009) é responsabilidade da aliança destes fatores ao cenário produtivo brasileiro de pouco ou nenhum manejo dos efluentes dos

SPACs, haja vista que o manejo predominante sem sombra de dúvidas, no país, é a estocagem e posterior utilização como biofertilizante. O autor cita também os principais impactos causados pelos efluentes dos SPACs como sendo decorrentes do grande volume de dejetos gerados pelos suínos, pela alta concentração de nutrientes presentes nos mesmos, como o nitrogênio, e do manejo impróprio dos dejetos.

Atualmente existem inúmeras alternativas na remoção de compostos nitrogenados. Sabe-se que os processos biotecnológicos normalmente são de baixo custo e demandam menos mão de obra de operação.

O processo de nitrificação/desnitrificação convencional consiste da nitrificação autotrófica da amônia a nitrato e desnitrificação heterotrófica, fonte externa de carbono, do nitrato a nitrogênio gasoso (Gerrardi, 2002).

A primeira configuração objetivando a remoção de nitrogênio de efluentes sanitários foi o processo proposto por Ludzak e Ettinger (Ludzack e Ettinger, 1962). O processo consiste de um tanque anóxico anterior ao tanque aeróbio onde ocorre a nitrificação. O nitrato produzido no tanque aeróbio é retornado ao tanque anóxico. Isso porque é no tanque anóxico que estão os compostos carbonáceos presentes no efluente que servirão de doadores de elétrons na redução do nitrato.

Assim sendo o objetivo deste trabalho foi realizar a remoção de nitrogênio de efluentes da suinocultura através de um sistema de nitrificação/desnitrificação baseado no processo MLE, avaliando a interferência da taxa de recirculação do licor do reator nitrificante para o reator desnitrificante na eficiência de remoção de nitrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado um sistema de tratamento de efluentes baseado no processo MLE em escala de laboratório. Este consistiu de duas unidades reacionais, uma para o reator desnitrificante e outra para o reator nitrificante seguido de um decantador

O sistema com os dois reatores em série, apresentado na Figura 1. Foi utilizado como meio de alimentação o efluente do flotodecantador da estação de tratamento de dejetos de suínos da Embrapa Suínos e Aves (Kunz *et al.*, 2009).

O sistema foi operado em cinco períodos distintos como apresentado na Tabela 1. O pH e a temperatura dos reatores não foram controlados, o oxigênio dissolvido foi mantido acima de 2,0 mg/L. A vazão de recirculação total foi calculada através da soma da vazão de recirculação do licor do reator nitrificante para o desnitrificante com a vazão de recirculação de lodo do sedimentador e a taxa de recirculação total ( $R_T$ ) foi calculada através da razão entre a vazão de recirculação total e a vazão de alimentação do sistema (Q).

No período 1 a vazão de recirculação de lodo do sedimentador era 0,5 mL/min. Porém, por problemas operacionais optou-se por elevar essa vazão para 1,0 mL/min no segundo período. O MLE foi monitorado com análises periódicas de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), nitrato e nitrito segundo APHA, (1995), nitrogênio amoniacal por método potenciométrico segundo APHA, (1995). Foram ainda realizadas diariamente análises de pH *in loco* dos dois reatores e oxigênio dissolvido *in loco* no reator aeróbio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal objetivo da otimização da  $R_T$  foi buscar a maior eficiência de remoção de NT e COT do sistema composto pelos dois reatores. Observa-se na Figura 2a que os aumentos impostos a  $R_T$  acarretaram em perda imediata da eficiência do sistema na remoção tanto de NT como de COT, principalmente nas mudanças entre os períodos p2 e p3 e p3 e p4. Porém, o sistema respondeu satisfatoriamente, pois em um curto espaço de tempo retornava a eficiência anterior a da modificação.

O aumento na  $R_T$  de p2 para p3 incrementou a remoção de COT em 5% e na média foi de 90,1%. Já no período 4 o incremento na  $R_T$  não refletiu significativo aumento na remoção de COT, portanto optou-se pelo retorno para a condição anterior.

Também se percebeu que a eficiência de remoção de COT do sistema é realizada em sua maioria pelo reator desnitrificante, haja vista que o reator nitrificante contribuiu com remoção média de 2,1% e o reator desnitrificante com 88,6%, resultando em remoção média total do sistema de COT de 90,7%. Segundo Gabiati *et al.* (2009) espera-se que sistemas de nitrificação/desnitrificação tenham eficiência acima de 90% e até mesmo mais eficientes que reatores anaeróbios na remoção de matéria orgânica.

Como pode ser observado na Figura 2b o aumento na taxa de recirculação incrementou a remoção de nitrogênio, no p2 a concentração de nitrato remanescente no sistema era de  $102,6 \pm 3,3$  mg/L, no p3 passou a ser de  $95,1 \pm 5,6$  mg/L incremento de 8% na remoção de nitrato. No p4 a RT passou a ser de 6,5 e a concentração de nitrato no efluente teve nova queda. No período p5 a concentração de nitrato foi de  $78,1 \pm 5,2$  mg/L. No p1 a eficiência de remoção de NT era de 83,4% e no p5 foi de 88,3%.

No processo MLE considera-se que todo o nitrato produzido no reator nitrificante é retornado ao reator desnitrificante para ser reduzido a  $N_2$  com o consumo do carbono orgânico presente no efluente. No entanto é conhecido o fato de que na desnitrificação ocorre a formação de inúmeros intermediários gasosos de significativa importância em se tratando de emissões gasosas, entre eles  $N_2O$  (Kampschreur *et al.*, 2008).

Porém, é possível afirmar que o sistema foi operado em condições que inúmeros autores citam como desfavoráveis para emissão de  $N_2O$ , como elevadas relações carbono/nitrogênio e baixa concentração de nitrito no reator desnitrificante (Bernet *et al.*, 1995) (Schulthess e Gunjer, 1996).

## CONCLUSÕES

A proporção ótima de retorno do nitrato + lodo ( $R_T$ ), em relação a vazão de alimentação do reator, encontrada foi a de 5,5:1 sendo 4,5:1 do retorno do reator nitrificante e 1:1 do retorno da biomassa sedimentada no decantador. A  $R_T$  ótima atingiu eficiência de remoção de 90,7% para remoção de COT e 88,3% para NT.

Percebeu-se que  $R_T$  maior que 5,5 não incrementa significativamente a eficiência global do sistema para remoção de COT nem para remoção de NT.

Ao término do experimento observou-se que o MLE é uma importante ferramenta para remoção de nutrientes e matéria orgânica de efluentes da suinocultura.

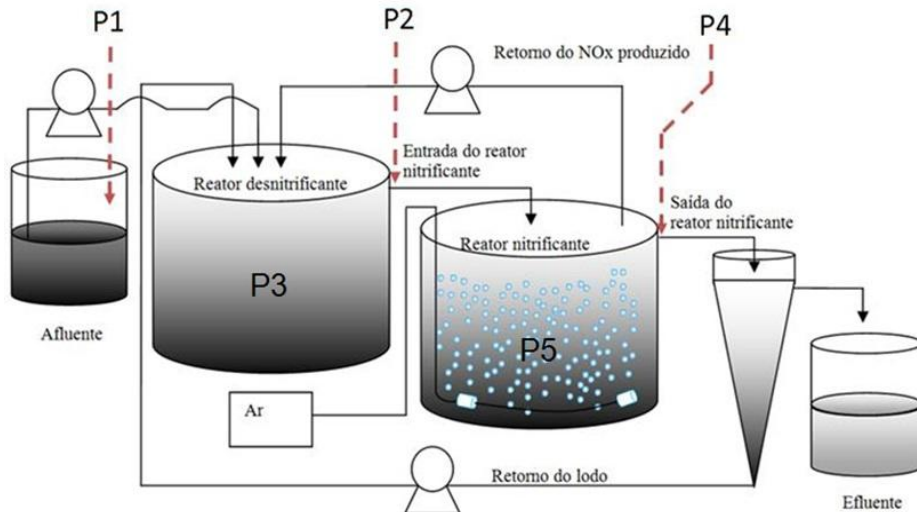
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. American Public Health Association. Washington, DC. 1995.
- BERNET, N.; DELGENES, N.; MOLETTA, R.; Denitrification by anaerobic sludge in piggery wastewater. *Environmental Technology*, 17, 293-300, 1996.
- GABIATTI, N.; SCHMIDELL, W.; KUNZ, A.; SOARES, H. M.; Comparação entre os sistemas de digestão anaeróbia e nitrificação/desnitrificação no tratamento de águas residuárias da suinocultura. In: I Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais, Florianópolis. v. 1. p. 99-105, 2009.
- GERRARDI, M. H.; Wastewater microbiology: nitrification/denitrification in the active sludge process, 2. ed., Danvers-MA, Ed. Wiley-Interscience, 2002, 194p, ISBN 0-471-06508-0.
- KAMPSCHREUR, M.J.; TAN, N.C.G.; KLEEREBEZEM, R.; PICIOREANU, C.; JETTEN, M.S.M.; VAN LOOSDRECHT, M.C.M.; Effect of dynamic process conditions on nitrogen oxides emission from a nitrifying culture. *Environmental Science and Technology* 42, 2, 429–435, 2008.
- KUNZ, A ; STEINMETZ, R ; RAMME, M ; COLDEBELLA, A . Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 1815-1818, 2009.
- KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A.; Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. *Cadernos de Ciência e Tecnologia (EMBRAPA)*, v. 22, n. 1, p. 651-665, 2005. ; Série: 3; ISSN 01041096.
- LUDZACK, F. J.; ETTINGER, M. B.; Controlling operation to minimize activated sludge effluent nitrogen. *J. Water Pollut. Control Fed.*, Vol. 34, p. 920–931, 1962.

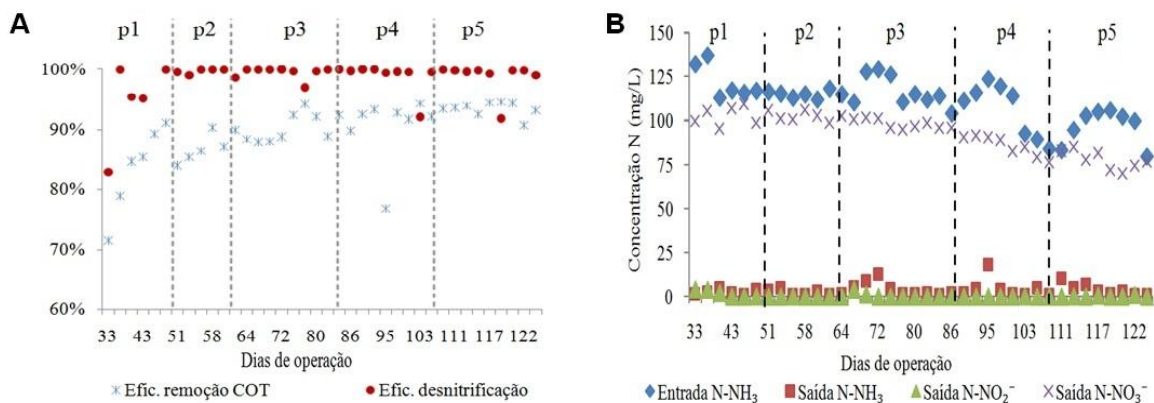
SCHULTHESS, R.V. e GUJER, W.: Release of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) from denitrifying activated sludge: verification and application of a mathematical model, Water Research 30 (3), pp. 521–530, 1996.

**Tabela 1.** Períodos de operação do sistema. Onde: p, períodos; Q, vazão de alimentação do sistema; R<sub>T</sub>, taxa de recirculação total; L<sub>NT</sub>, carga orgânica volumétrica; TRH, tempo de retenção hidráulico.

p	Dias	Q (mL/min)	R <sub>T</sub>	L <sub>NT</sub> (g/L.d)	TRH (d)	Relação COT/N-NO <sub>x</sub>
1	1 - 50	1,0	4,0	0,15	6,9	7,0 ± 2,85
2	51-62	1,0	4,5	0,13	6,9	8,1 ± 1,67
3	63-85	1,0	5,5	0,14	6,9	10,8 ± 3,28
4	86-106	1,0	6,5	0,13	6,9	12,4 ± 3,93
5	107-126	1,0	5,5	0,13	6,9	15,2 ± 2,44



**Figura 1.** - Fluxograma do sistema de tratamento de efluentes baseado no processo MLE em escala de laboratório. Onde: P1, P2, P3, P4 e P5 – pontos de amostragem.



**Figura 2. A** - Eficiência de remoção de COT e de remoção de desnitrificação alcançadas durante o experimento no reator desnitrificante. **B** – Concentrações das formas nitrogenadas no reator nitrificante.