

## REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE EFLUENTE DE FRIGORÍFICO DE AVES SOB DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO AMONIACAL

Tatiane Martins de Assis, Rosemeri Dallago, Juliana Bortoli R. Mees, Sandra Moreira, Simone Damasceno Gomes (Orientadora/UNIOESTE), e-mail: engenheiratatiane@yahoo.com.br

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Cascavel – PR

**Palavras-chave:** Remoção biológica de nutrientes, nitrificação-desnitrificação, Reator Batelada Seqüencial.

### Resumo:

O presente estudo tem como objetivo avaliar a aplicação de reator batelada sequencial (RBS) como pós-tratamento de efluente de tratamento anaeróbio de frigorífico de aves. O sistema de pós-tratamento com RBS compreende as fases de nitrificação e desnitrificação em um único reator, sendo a primeira fase aeróbia e a segunda anóxica. O estudo buscou verificar o comportamento do reator avaliando duas concentrações de nitrogênio  $90\text{mg.L}^{-1}$  (tratamento 1) e  $120\text{mg.L}^{-1}$  (tratamento 2) num tempo de detenção hidráulica (TDH) de 36 horas, verificando a eficiência de remoção nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ), a conversão do  $\text{N-NH}_4^+$  a nitrato na fase de nitrificação, e a eficiência na remoção de nitrato na desnitrificação, onde foi fornecida a manipueira como fonte de carbono. Tanto no processo de nitrificação quanto na desnitrificação os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si, sendo notado uma melhor eficiência de remoção no tratamento 1 atingindo até 91,20% na remoção  $\text{N-NH}_4^+$  e 99,30% na conversão a nitrato. O processo de desnitrificação em ambos os tratamentos não apresentou resultado satisfatório mantendo seu desempenho inferior a 50% de eficiência, porém entre os dois tratamentos testados a concentração de  $90\text{mg.L}^{-1}$  apresentou melhor desempenho tendo uma eficiência de remoção de nitrato de aproximadamente 49%.

### Introdução

O setor industrial no estado do Paraná é essencialmente agroindustrial, destacando-se neste setor os abatedouros e frigoríficos de aves. Segundo Giroto & Miele (2005), no período de 1986 a 2004, o consumo per capita de carne de frango no Brasil cresceu cerca 3,5 vezes, aumentando conseqüentemente a produção e a quantidade de resíduos gerados no abate e industrialização destes animais, principalmente resíduos líquidos, que são ricos em matéria orgânica, sólidos e nutrientes.

Segundo Vilas Boas (2001), a pecuária e a agroindústria, associadas aos setores de beneficiamento de seus produtos, destacando-se aí os abatedouros, possuem elevado potencial de impactos ambientais negativos,

relacionados ao elevado consumo de água (como insumo, processamento, limpeza, resfriamento, segurança, geração de vapor, entre outros), contaminação das águas devido à geração de efluentes, geração de poluentes atmosféricos e de resíduos sólidos, além de alterações em relação ao uso do solo.

O pós-tratamento de águas residuárias usando reator batelada seqüencial (RBS) é um dos processos de tratamento que tem despertado interesse nos últimos anos, dada à redução de custos que este sistema oferece em relação aos processos contínuos e à possibilidade de ser aplicado ao tratamento de águas residuárias em geral (LEE et al., 1997).

De acordo com Manning & Irvine (1985), pode ser definido como um sistema biológico de tratamento de águas residuárias, constituído por um ou mais reatores, onde se realizam seqüencialmente, a oxidação da matéria carbonácea e a remoção de nutrientes.

Os processos de remoção biológica de nitrogênio têm como vantagem a adaptação do processo às condições já existentes no tratamento biológico secundário (HAMMER, 1977).

Segundo Souza (1996) A nitrificação é o processo no qual ocorre a oxidação biológica do íon amônio, sob condições aeróbias, de nitrogênio amoniacal a nitrito e em seguida a nitrato. A desnitrificação é o processo de remoção de nitrogênio por meio da redução do nitrato a nitrogênio gasoso, que é realizado biologicamente sob condições anóxicas, por meio de bactérias que utilizam uma fonte de carbono como doador de elétrons.

Deste modo No presente estudo objetivou avaliar o comportamento de um reator em batelada seqüencial (RBS), na remoção de N de efluente de frigorífico de aves, sob diferentes concentrações de nitrogênio amoniacal.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, campus Cascavel.

O efluente utilizado foi proveniente da lagoa anaeróbia do sistema de tratamento de um abatedouro e frigorífico de Aves, localizado no sudoeste do estado do Paraná (Brasil). O efluente anaeróbio foi caracterizado de acordo com os métodos especificados pela APHA (1998), acondicionado em recipientes de polietileno de 2L e armazenado sob refrigeração até o momento de uso.

O reator em batelada seqüencial (RBS) foi construído de polietileno com 185mm de diâmetro e 210mm de altura total, operando com um volume de 3,5L, com entradas para alimentação e descarga do efluente e, dispositivos de aeração e agitação.

O reator operou em escala de bancada, constituído por ciclos de operação com aeração e sem aeração (aeróbio/anóxico), nos quais aconteceu a remoção de matéria orgânica remanescente e a nitrificação, operando em ciclos aerados e em condições anóxicas, sem aeração, a desnitrificação. A biomassa foi mantida dentro do reator em suspensão.

No início da fase de desnitrificação foi adicionada a manipueira, resíduo líquido do processamento da mandioca, como fonte de carbono, a qual foi coletada em uma Fecularia localizada na região Oeste do Paraná (Brasil). A manipueira foi caracterizada e acondicionada em recipientes de polietileno e armazenada em local refrigerado até o momento de uso.

A relação C/N é de grande importância em processos combinados de remoção de carbono e nitrogênio visto que a fração de organismos nitrificantes decresce à medida que a relação C/N aumenta. Essa relação é maior que 5 e, em processos de nitrificação em estágios separados, é menor que 3. Com essa consideração estabeleceu-se para o experimento manter a relação C/N com valor superior a 3 (METCLAF & EDDY, 2003).

### *Condução do Experimento*

O RBS operou com tempo de detenção hidráulica de 36 horas, sendo 24 horas na fase de nitrificação e 11 horas na fase de desnitrificação e 1 hora de sedimentação. Inicialmente o reator foi inoculado com lodo ativo proveniente de outro RBS. Realizava-se a troca de efluente a cada 36 horas, deixava-se 30% do volume útil do reator e efetuava-se a adição de 2,5L de efluente bruto já caracterizado.

### *Nitrificação*

Na etapa aeróbia o fornecimento de ar foi efetuado com auxílio de pedras porosas ligadas a uma bomba de aquário marca Big-Air, modelo A-420, acoplada a um fluxômetro para controle da vazão de entrada de ar, o ajuste da vazão de ar foi efetuado de forma manual, sendo este de  $3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$  (Qin e Liu, 2006). No início da fase aeróbia foi realizada análise de  $\text{N-NH}_4^+$  e quando necessário foi adicionada solução de cloreto de amônia ou feita a diluição do efluente, a fim de manter a concentração de entrada de nitrogênio no nível desejado para o estudo,  $90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  e  $120 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  respectivamente.

### *Desnitrificação*

Na etapa anóxica desligava-se a aeração e ligava-se um agitador mecânico confeccionado para o experimento que funcionou mantendo a agitação em 30 rpm por um período de 12 horas para manter o sistema homogêneo. No início da fase anóxica ocorria a adição de manipueira que baseava-se no teor de DQO e nitrato existente no reator, estabeleceu-se uma adição de 250mL de manipueira, e efetuava-se quando necessário a adição de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) a fim de promover a correção da alcalidade e pH.

## Análise Estatística

A análise estatística constitui-se de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo composto de duas variáveis (níveis de concentração de amônia) e 6 repetições, sendo submetido ao teste Tukey ao nível de 5% de significância.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os parâmetros médios de caracterização, do efluente avícola pré-tratado anaerobicamente, coletado na saída da lagoa anaeróbia e utilizado nos ensaios de remoção de N.

**Tabela 1. Caracterização do efluente avícola**

Parâmetros	Valores
NTK (mg.L <sup>-1</sup> )	115,00 a 140,00
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	104,40 a 128,40
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,00 a 4,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,90 a 3,30
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	164,00 a 332,00
PH	7,25 a 8,04
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	620,00 a 750,00
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	714,00 a 750,00
SV (mg.L <sup>-1</sup> )	620,00 a 638,00

A faixa de concentração de nitrogênio amoniacal do efluente utilizado no experimento permaneceu entre 104,40mg.L<sup>-1</sup> e 128,40mg.L<sup>-1</sup>. Sendo realizada a correção da concentração do efluente para atingir as faixas definidas para cada tratamento.

A Tabela 2 apresenta os parâmetros médios de caracterização da manipueira utilizada no experimento.

**Tabela 2. Caracterização da manipueira**

Parâmetros	Valores
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,65 a 2,45
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	7,00 a 10,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	6,00 a 9,00
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	7.593,00 a 9.787,50
pH	4,20 a 4,55

A manipueira utilizada como fonte de carbono apresentava o valor de pH baixo, na faixa entre 4,20 e 4,55, considerado baixo para as condições de funcionamento do reator, por isso necessitava-se a adição de 1mg de carbonato de sódio para elevação do pH, afim de manter o pH do meio na faixa adequada entre 7,0 e 8,5 (SOUSA&FORESTI, 1999).

A Tabela 3 apresenta os resultados de eficiência de remoção de N-amoniacal, eficiência de conversão a nitrato no processo de nitrificação, e a remoção de nitrato no processo de desnitrificação para o tratamento 1 (concentração de  $N-NH_4^+ = 90mgL^{-1}$ ).

**Tabela 3. Resultados de Eficiência (%) dos parâmetros avaliados no Tratamento 1**

Repetição	Parâmetros Avaliados		
	N-Amoniacal	Nitrato na nitrificação	Nitrato na desnitrificação
1	71.66	85.71	8.57
2	63.90	88.88	83.33
3	72.98	99.30	35.75
4	73.25	88.46	96.53
5	91.20	98.11	21.50
6	63,84	59,24	47,16

Observa-se nos dados da tabela 3 que no processo de nitrificação com concentração inicial de N-amoniacal de  $90mgL^{-1}$  o reator apresentou um bom comportamento chegando a obter 91,20% de remoção de N-amoniacal e 99,30% de conversão a nitrato. Já o processo de desnitrificação apresentou grande discrepância entre os dados, não apresentando um comportamento uniforme a remoção de nitrato na desnitrificação variou entre 8,57% e 96,53% entre as repetições.

Segundo SOUSA&FORESTI (1999), os principais fatores que controlam o processo de desnitrificação são: temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido, concentração de nitrato, presença de carbono orgânico, tempo de retenção celular e a presença de substâncias tóxicas.

Dentre os fatores citados chamamos atenção para concentração de carbono. Visto que a relação C/N tem alta influência sobre o processo de desnitrificação, verifica-se neste estudo que esta relação permaneceu na prática, na faixa de 2,5. Segundo METCLAF & EDDY, 2003 para bons resultados no processo de desnitrificação a relação C/N deveria ser um valor superior a 3, justificando assim o baixo rendimento nesse processo.

A Tabela 4 apresenta os resultados de eficiência de remoção de N-amoniacal, eficiência de conversão a nitrato no processo de nitrificação, e a remoção de nitrato no processo de desnitrificação para o tratamento 2 (concentração de  $N-NH_4^+ = 120mgL^{-1}$ ).

**Tabela 4. Resultados de Eficiência (%) dos parâmetros avaliados no Tratamento 2**

Repetição	Parâmetros Avaliados		
	N-Amoniacal	Nitrato na nitrificação	Nitrato na desnitrificação
1	60.61	89.89	25.47
2	64.70	76.45	51.61
3	71.67	93.95	30.58
4	34.88	82.19	36.98
5	63.36	92.59	66.00
6	81,77	90,21	68,40

O comportamento do reator considerando a segunda concentração de N-amoniacal estudada, conforme tabela 4, se mostrou menos satisfatória que o primeiro tratamento, chegando a obter eficiência máxima de remoção de N-amoniacal de 71,67%, a conversão a nitrato demonstrou melhor resultado chegando a 92,59% de eficiência. Assim como no tratamento anterior o processo de desnitrificação não apresentou resposta satisfatória vista sua baixa eficiência de remoção de nitrato.

Resultados semelhantes foram encontrados por Isoldi et al(2004) de efluente de beneficiamento de arroz parboilizado. No estudo em que os autores utilizaram um reator UASB e um reator aeróbio, obtendo no processo remoção média de 75% na remoção de N-NH<sub>4</sub> de 75%.

A Tabela 5 apresenta o teste de comparação de médias a qual foram submetidos os parâmetros avaliados.

**Tabela 5. Teste de Comparação de médias dos parâmetros avaliados**

Parâmetro	Tratamento	Média	Desvio padrão
Remoção de N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> na nitrificação	1	92.0920 A	6.8443
	2	87.0140 A	
Conversão a nitrato na nitrificação	1	92.0920 A	6.8443
	2	87.0140 A	
Remoção de nitrato na desnitrificação	1	49.1360 A	29.7932
	2	42.1280 A	

Médias com letras iguais não apresentaram diferenças estatísticas significativas.

Observa-se na tabela 5 que não houveram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos 1 e 2 em nenhum dos parâmetros avaliados como forma análise dos processos de nitrificação e desnitrificação.

Em ambos os tratamentos o processo de nitrificação apresentou resultados satisfatórios com remoção média de N-amoniacal de aproximadamente 92% e 87% de conversão a nitrato.

O processo de desnitrificação tanto para o tratamento 1 como para o tratamento 2 não apresentaram resultados satisfatórios, sendo que sua remoção média de nitrato permaneceu abaixo de 50%. O tratamento 1 embora não satisfatório apresentou o melhor resultado entre os dois tratamentos no processo de desnitrificação com remoção média de nitrato de 49% aproximadamente. Estudos semelhantes realizados por Kummer 2008, com efluente proveniente de abatedouro de peixes, demonstram que com uma relação C/N superior a 3 os dados de remoção de nitrato na desnitrificação atingiram eficiência linear superior a 98%, o que comprova que a relação C/N utilizada no estudo teve influência sobre a baixa eficiência obtida.

## Conclusões

Os resultados apresentados no experimento demonstraram que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos propostos. Sendo que o comportamento do reator se mostrou melhor no processo de

nitrificação, tendo uma remoção média de N-amoniaco e conversão a nitrato de 92% e 87% respectivamente em ambos os tratamentos.

O processo de desnitrificação não apresentou bons resultados, porém para próximos estudos sugere-se um maior controle de fatores que afetam esse processo, buscando obter melhores resultados.

## Referências

- American Public Health Association - APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA: Washington, DC.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas Águas e Efluentes Líquidos - ABNT. 1987. Norma NBR 9898 - Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT.
- Giroto & Miele. Revista Avicultura Industrial. dez 2004-jan2005.
- Hammer, M. J. Water and wastewater technology. New York: John Wiley & Sons, 1977.
- Isoldi, L.A.; Koetz, P.R.; Isoldi, L.A. Pós-tratamento de efluente nitrificado da parboilização de arroz utilizando desnitrificação em reator UASB. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, V.10, n.4, p.271-277, 2005.
- Lee, S.I.; Park, J.H.; KO, K.B. & Koopman, B. Effect of Fermented Swine Wastes on Biological Nutrient Removal in Sequencing Batch Reactors. Water Research, v.31, n.7, p.1807 – 1812, 1997.
- Kummer, A. C. B. 2008. Desnitrificação de efluente de Abatedouro de Tilápia utilizando manipueira como fonte de carbono. 56p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do oeste do estado do Paraná – Cascavel/PR.
- Manning, J. F.; Irvine, R. L. The biological removal of phosphorus in a sequencing batch reactor. *Journal Water Pollution Control Federation*, v. 57, n.1, p.87-94, Jan. 1985.
- Metcalf & Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. 3. ed. Nova York – EUA: McGraw-Hill Editions, 2003.
- QIN, L.; LIU, Y. 2006. Aerobic granulation for organic carbon and nitrogen removal in alternating aerobic-anaerobic sequencing batch reactor. *Chemosphere*. v. 63, p. 926-933.
- Sousa, J.T.; Foresti, E. Utilização de lodo anaeróbico como fonte externa de carbono no processo de desnitrificação de águas residuárias. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande – PB, v.3, n.1, p.69-73, 1999.
- Vilas Boas, E.V.B.; L.C.O.; Bressan, M.C.; Barcelos, M.F.P.; Pereira, R.G.F.A. Manejo de resíduos da agroindústria. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001, 110p.