

II-422 - PROGRESSÃO DE CARGA EM UM REATOR DE BANCADA COM ATIVIDADE ANAMMOX

Caroline Golin Casagrande⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Contestado - UnC – Concórdia. Mestranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Airton Kunz

Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves.

Hugo Moreira Soares

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina.

Marina Celant De Prá

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade do Contestado – UnC – Concórdia.

Endereço⁽¹⁾: Rua Leduino Berté, 27 - Bairro Saleté - Concórdia - SC – CEP:89700 000 - Brasil - Tel: +55 (49) 3442-3785 - e-mail: carol_casagrande@hotmail.com

RESUMO

Na produção de animais, bem como em inúmeros processos industriais há geração de efluentes líquidos com elevada concentração de nitrogênio. Na maioria dos casos, esses efluentes necessitam de processos de tratamento de remoção de nitrogênio para serem lançados em corpos d'água. Dentre as técnicas de tratamento biológico para remoção de nitrogênio, contamos com processos avançados, como é o caso da nitrificação parcial seguida do processo anammox, que consiste na oxidação do amônio diretamente a nitrogênio gasoso, tendo nitrito como acceptor de elétrons. Neste trabalho, o objetivo foi realizar progressão de carga por aumento de concentração em um reator de bancada com atividade anammox. O reator foi inoculado com biomassa de um reator piloto, e alimentado com meio sintético. A atividade anammox foi acompanhada pelo consumo de amônio e nitrito e produção de nitrato. A progressão de carga se deu pelo aumento de concentração de $N-NH_4^+$ e $N-NO_2^-$ de 20 em 20 $mg L^{-1}$, mantendo-se o TRH constante. A maior carga removida durante o período experimental foi de $1329 mgN L^{-1} d^{-1}$ aos 280 dias de operação.

PALAVRAS-CHAVE: Processo Anammox, Remoção de Nitrogênio, Concentração de Nitrogênio, Progressão de carga.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPACs) caracterizam-se por restringir um grande número de animais a pequenas áreas. Na suinocultura, a elevada carga de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) somada ao grande volume de dejetos são os maiores desafios de manejo da atividade (KUNZ et al., 2009). Assim como na produção de animais, inúmeros processos industriais geram efluentes com elevada concentração de nitrogênio.

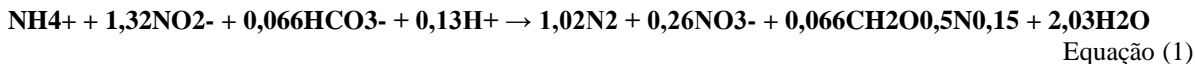
Uma das técnicas utilizadas com os efluentes é a disposição final no solo como biofertilizante. Porém, se a técnica não for executada de acordo com a capacidade suporte de cada sistema solo-planta pode propiciar sobrecarga de nutrientes e eventualmente contaminar águas superficiais e subterrâneas.

Na maioria dos casos, a falta de áreas cultiváveis para disposição do efluente no solo exige o uso de técnicas de tratamento com capacidade de remoção de elevadas cargas de nutrientes.

Dentre as técnicas de tratamento existentes para remoção de nitrogênio, contamos com processos físico-químicos e biológicos. Por vez, os processos biológicos são amplamente utilizados pelo baixo custo e facilidade de remover carbono. Dentre as técnicas de tratamento biológico, há processos convencionais como nitrificação e desnitrificação e processos avançados, como é o caso da nitrificação parcial seguida do processo anammox.

O processo anammox (do inglês *Anaerobic Ammonium Oxidation*) consiste na oxidação do amônio diretamente a nitrogênio gasoso, tendo nitrito como acceptor de elétrons (Equação 1). Parte do NO_2^- é oxidado a NO_3^- ,

gerando equivalentes de redução para fixação do CO₂ e conseqüente crescimento da biomassa (STROUS et al., 1998).



O processo é quimiolitotrófico, ocorre em condições anóxicas, temperatura entre 20 e 43 °C e sofre inibição reversível na presença de oxigênio (STROUS et al., 1999). A capacidade de remoção de altas cargas de nitrogênio, na ordem de 17,4 Kg m⁻³ d⁻¹, com tempo de retenção hidráulica de 0,43 h (CHO et al., 2010) é uma das grandes vantagens do processo.

Este trabalho tem por objetivo realizar progressão de carga por aumento de concentração em um reator de bancada com atividade anammox.

MATERIAL E MÉTODOS

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO REATOR

O reator de biomassa em suspensão (Figura 1) possui volume útil de 1 L, temperatura controlada a 35 °C, concentração de oxigênio dissolvido inferior a 0,2 mg L⁻¹. Opera com TRH de 6 h, em fluxo pistão ascendente, regime contínuo e apresenta atividade anammox estável. A alimentação é feita com meio de cultura sintético, contendo: CaCl₂.2H₂O (143 mg L⁻¹), NaHCO₃ (420 mg L⁻¹), KH₂PO₄ (27 mg L⁻¹), FeSO₄ (9 mg L⁻¹), EDTA (5 mg L⁻¹), MgSO₄ (240 mg L⁻¹), NH₄Cl (conforme progressão de carga) e NaNO₂ (conforme progressão de carga), Solução de microelementos (0,3 mL L⁻¹).

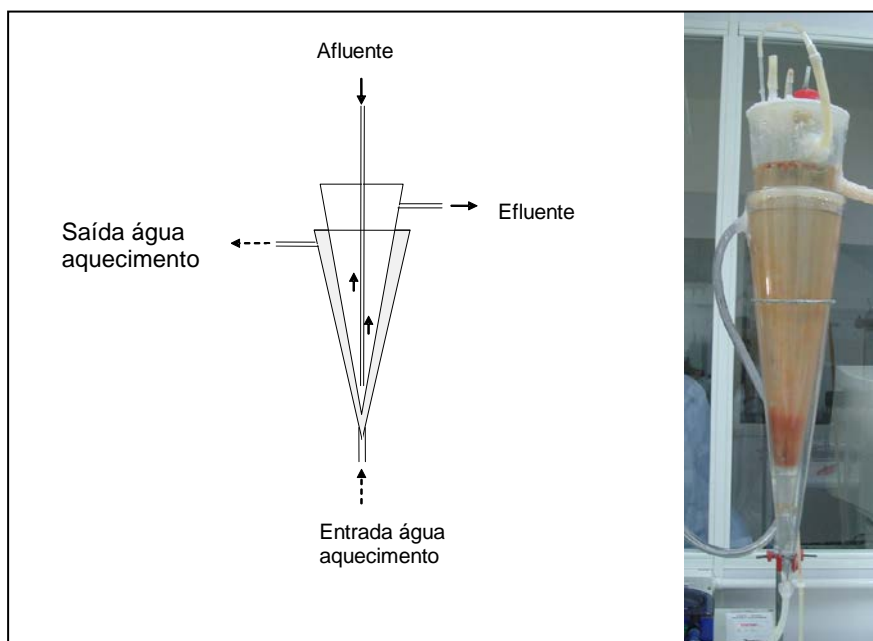


Figura 1: Esquema e imagem do reator biológico utilizado.

ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE ANAMMOX

Acompanhou-se o consumo de amônio e nitrito e a produção de nitrato, coletando amostras de afluyente e efluente. Nas determinações de nitrito e nitrato optou-se por utilizar o método colorimétrico em um sistema de análise por injeção em fluxo conforme APHA, 1995, modificado segundo SCHIERHOLT NETO, et al (2006). A análise de nitrogênio amoniacal foi realizada com eletrodo de íon seletivo segundo procedimento descrito no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995), pelo método potenciométrico, com alteração do volume de amostra.

PROGRESSÃO DE CARGA

A progressão de carga se deu pelo aumento de concentração de N-NH_4^+ e N-NO_2^- de 20 em 20 mg L^{-1} , mantendo-se o TRH (Tempo de Retenção Hidráulico) constante (Tabela 1). O aumento da concentração foi realizado sempre que a saída de N-NH_4^+ apresentou queda.

Tabela 1: Progressão de carga na alimentação do reator biológico.

Período	Tempo (dias)	Carga N-NH_4^+ ($\text{mgN L}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Carga de N-NO_2^- ($\text{mgN L}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Carga N ($\text{mgN L}^{-1} \text{d}^{-1}$)
I	194 - 239	400	400	800
II	240 - 244	480	480	960
	245 - 250	560	560	1120
	251 - 257	640	640	1280
	258 - 267	720	720	1440
	268 - 279	800	800	1600
III	280 - 287	880	880	1760

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta um acompanhamento das concentrações das formas nitrogenadas (N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^-) na entrada e saída do bioreator.

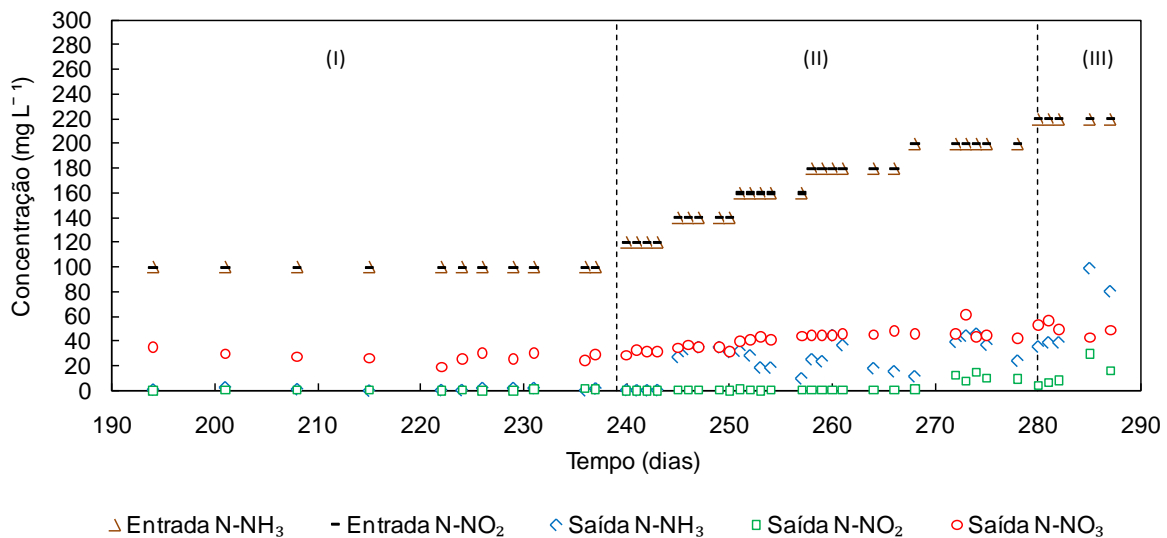


Figura 2: Acompanhamento das concentrações das formas nitrogenadas do reator biológico.

No Período I (Figura 2), o reator apresentou atividade anammox estável e partindo deste estado estacionário aumentou-se a concentração de alimentação de N-NH_4^+ e N-NO_2^- , conforme descrito anteriormente, iniciando a progressão.

Durante todo o experimento a produção de nitrato se manteve constante, sendo este um indicativo da atividade anammox.

No Período II a saída de nitrito se manteve inferior a 15 mg L^{-1} . Como resposta a cada aumento de concentração ocorreu redução do consumo de amônio. Rapidamente as bactérias se adaptaram a essa nova condição e as saídas de N-NH_4^+ se aproximaram de 15 mg L^{-1} , sendo prosseguido com os aumentos de carga.

No Período III quando se aumentou a concentração de alimentação de $N-NH_4^+$ e $N-NO_2^-$ para 220 mg L^{-1} , a saída de nitrito sofreu um pequeno aumento, e a saída de $N-NH_4^+$ chega a $99,5 \text{ mg L}^{-1}$, demonstrando redução do consumo de nitrogênio amoniacal, e conseqüente perda de eficiência.

A redução do consumo de nitrogênio com o aumento da concentração, sugere que no Período III se está operando no limite da velocidade específica de consumo de nitrogênio ou que a concentração de biomassa não é suficiente para remover o nitrogênio aplicado.

A Figura 3 apresenta os coeficientes estequiométricos da reação global do processo anammox. Durante os Períodos I e II, o reator apresentou coeficientes estequiométricos bem próximos aos da literatura (STROUS et al., 1998). Já no Período III, quando a concentração de $N-NH_4^+$ e $N-NO_2^-$ passou a 220 mg L^{-1} , os coeficientes estequiométricos se alteram.

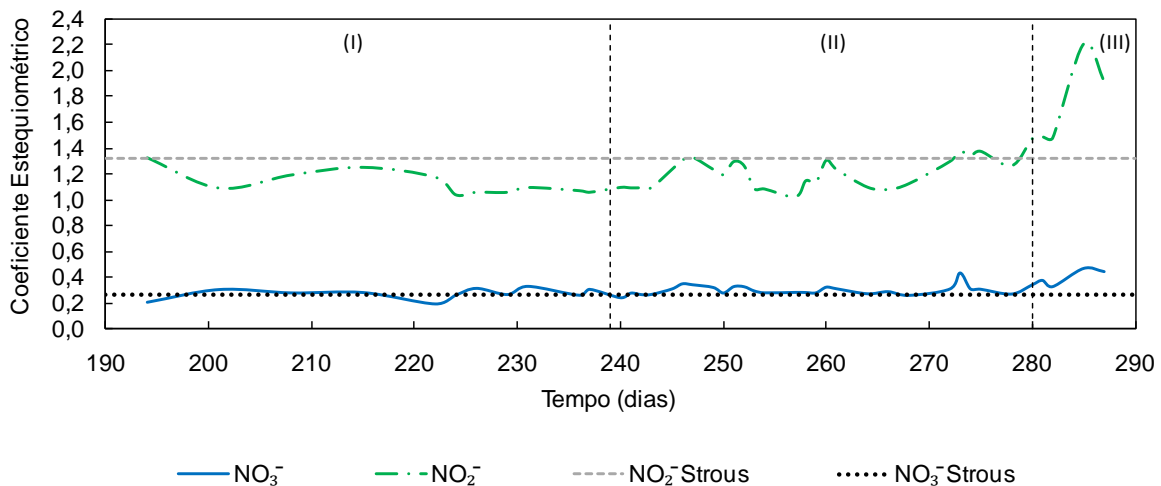


Figura 3: Coeficientes estequiométricos do bioreator.

A Figura 4 apresenta o acompanhamento da carga de nitrogênio aplicada e removida (na forma de nitrogênio amoniacal mais nitrito), e da carga de nitrogênio produzida (na forma de nitrato).

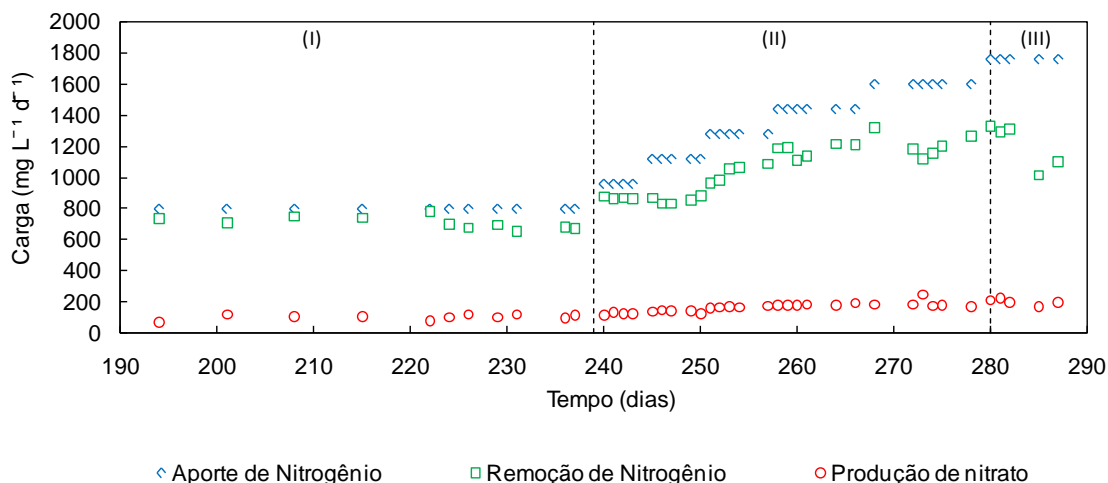


Figura 4: Acompanhamento das cargas aplicadas, removidas e produzidas no bioreator.

Quanto a carga de alimentação, no Período I o reator operou com $800 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$, em estado estacionário, com eficiência de remoção de nitrogênio entre 82 e 98%.

O Período II compreende a progressão de 960 a $1600 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$, durante este intervalo de tempo o reator apresentou eficiência de remoção de nitrogênio entre 74 e 91 %, sendo que a eficiência de remoção diminuiu sempre que se aumentou a carga, devido a redução do consumo de nitrogênio amoniacal. Após adaptação dos

microorganismos a essa nova condição de operação, a eficiência de remoção voltou a atingir os níveis anteriores.

Já no Período III, o reator foi alimentado com $1760 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ e apresentou eficiência de remoção de nitrogênio oscilando entre 58 e 75 %. Essa queda de eficiência está diretamente relacionada com a elevada saída de nitrogênio amoniacal (Figura 2, dia 285, aproximadamente 100 mg L^{-1}), devido a redução do consumo.

A maior carga removida durante o período do experimento de progressão de carga foi de $1329 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ aos 280 dias de operação.

Na Tabela 2 é possível visualizar um resumo do experimento com os períodos de operação, a carga alimentada e a respectiva carga removida. É possível constatar que com o aumento da carga alimentada maior foi a carga removida.

Tabela 2: Resumo do ensaio de Progressão de carga do reator biológico.

Período	Tempo (dias)	Carga N alimentada ($\text{mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	Carga de N média removida ($\text{mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
I	194 - 239	800	708
II	240 - 244	960	869
	245 - 250	1120	854
	251 - 257	1280	1032
	258 - 267	1440	1175
	268 - 279	1600	1207
III	280 - 287	1760	1209

CONCLUSÕES

No início do período experimental o reator vinha operando com eficiência de remoção de nitrogênio na ordem de 90%. Com o aumento de carga de $800 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para $1600 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ houve queda na eficiência para aproximadamente 83 %. Ao receber carga de $1760 \text{ mgN L}^{-1} \text{ d}^{-1}$, a remoção de nitrogênio diminuiu, passando a ser aproximadamente 60 %.

O aumento de carga manteve a atividade anammox, mas provocou queda na eficiência de remoção de nitrogênio. O aumento da concentração de nitrogênio aumenta o efeito inibitório. Para este tipo de reator estudado, acima de 200 mg L^{-1} de N-NH_4^+ e N-NO_2^- o consumo de amônio reduz e os coeficientes estequiométricos se distanciam da equação global do processo anammox, sugerindo que outro processo de remoção de nitrogênio (na forma de nitrito) esteja ocorrendo concomitantemente, possivelmente nitrificação e desnitrificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA & WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1995.
2. CHO, S.; TAKAHASHI, Y.; FUJII, N.; YAMADA, Y.; SATOH, H.; OKABE, S.. Nitrogen removal performance and microbial community analysis of an anaerobic up-flow granular bed anammox reactor. *Chemosphere*, v.78, p.1129–1135, 2010.
3. KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R.. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. *Bioresource Technology*, v. 100, p.5485-5489, 2009.
4. SCHIERHOLT NETO, G.F.; KUNZ, A.; HIGARASHI, M.M.; MATTEI, R.M.; MENOZZO, G.F. Análise por injeção em fluxo para determinação de nitrato e nitrito em amostras de águas e dejetos de animais. In: XI Encontro Nacional sobre Metodologias de Laboratório da Embrapa - ANAIS - Documentos 112. Concórdia: EMBRAPA, p. 35-35, 2006.

5. STROUS, M.; HEIJNEN, J.J.; KUENEN, J.G.; JETTEN, M.S.M.. The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium – oxidizing microorganisms. *Appl Microbiol Biotechnol*, v50, p.589-596, 1998.
6. STROUS, M.; KUENEN, J. G.; JETTEN, M. S. M.. Key physiology of anaerobic ammonium oxidation. *Applied and Environmental Microbiology*, v.49, p.236-244, 1999.