

OXIDAÇÃO DE AMÔNIO EM BIORREATORES DE MEMBRANAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS

*Fernanda Miranda Zoppas^{*1}; Renata Barão Rossoni²; Andrea Moura Bernardes³; Álvaro Meneguzzi⁴.*

¹UFRGS: fernandazoppas@gmail.com; ²UFRGS: renata_rossoni@hotmail.com; ³UFRGS: amb@ufrgs.br; ⁴UFRGS: meneguzzi@ufrgs.br

RESUMO

O lançamento de águas residuárias contendo compostos nitrogenados tem um importante impacto sobre a saúde e o meio ambiente, tornando necessária a incorporação de processos de remoção desses compostos nos sistemas de tratamento de águas residuárias. Neste trabalho, foram estudadas as condições de operação para promover a remoção de nitrogênio amoniacal em um biorreator de membrana, contínuo, operado sob aeração constante, alimentado com efluente sintético contendo nitrogênio amoniacal na concentração de 150 mg/L e matéria orgânica na concentração de 300 mg DQO/L. A concentração de amônio se estabilizou após 25 dias de operação, com eficiência média de 95,1%. Essa eficiência manteve-se alta para diferentes concentrações de oxigênio dissolvido.

PALAVRAS-CHAVE

Biorreator de Membrana; tecnologias limpas; tratamento de efluentes.

AMMONIUM OXIDATION IN MEMBRANE BIOREACTORS IN THE WATER TREATMENT

ABSTRACT

The release of wastewater containing nitrogenous compounds has an important impact on health and the environment, necessitating the incorporation process of removing these compounds in the systems of wastewater treatment. In this work, were studied the operating conditions to promote removal of ammoniacal nitrogen in a membrane bioreactor (MBR), continuously operated under constant aeration, fed with synthetic wastewater containing ammonia nitrogen concentration of 150 mg/L and organic matter concentration of 300 mg COD/L. The concentration of ammonium

stabilized after 25 days of operation, with an average efficiency of 95.1%. This efficiency remained high for different concentrations of OD.

KEYWORDS

Membrane bioreactor; clean technologies, wastewater treatment.

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um dos contaminantes mais importantes presentes nas águas residuais. Parte importante deste nitrogênio chega aos diferentes corpos d'água na forma de amônio, nitrito e nitrato, criando problemas de toxicidade à flora e fauna aquática, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (OD), eutrofização e outros problemas que também afetam a saúde humana (He et al., 2009).

As alternativas tecnológicas mais usuais para o tratamento biológico do nitrogênio lançam mão do ciclo bioquímico do nitrogênio, o qual se sustenta em dois processos, a nitrificação e a desnitrificação (Philips, 2008). Na fase da nitrificação, em condições aeróbicas, o amônio é oxidado em duas fases: na primeira, é levado até nitrito pelas bactérias oxidadoras de amônio (AOB), e numa etapa subsequente o nitrito é consumido pelas bactérias oxidadoras de nitrito (NOB), produzindo nitrato. Sob condições anóxicas, o amônio oxidado é então convertido por bactérias heterotróficas em nitrogênio gasoso (Chang et al., 2011; Munoz et al., 2009).

O processo de nitrificação é limitado pela concentração de OD e temperatura, além de ser inibido pela concentração de amônia e ácido nitroso (Ciudad et al., 2007). Se o pH é alcalino, o equilíbrio se desloca até a formação de amônia, favorecendo a atividade das AOB (Beltran, 2008). Isso põe em evidência a importância de ter um controle permanente no sistema de tratamento, principalmente de pH e OD como uma forma de otimizar o processo de nitrificação.

O objetivo deste trabalho é estudar a etapa de nitrificação durante o tratamento de um efluente sintético rico em nitrogênio amoniacal, durante 51 dias de operação, com um MBR operado em modo contínuo. Durante o estudo o pH, temperatura e a concentração de OD foram monitorados.

1.1 METODOLOGIA

1.2 Descrição do MBR e condições e operação

A figura 1 mostra o funcionamento do MBR. O tanque de alimentação contendo efluente sintético alimenta o reator, por meio de bomba peristáltica. O reator é mantido sob regime de mistura completa por meio de um sistema de aeração (pedra porosa e compressor de ar), para manter a biomassa em suspensão e fornecer oxigênio aos micro-organismos. Uma bomba centrífuga

bombeia o conteúdo do biorreator em direção ao módulo de membranas, que separa o fluido em duas correntes: concentrado, que retorna ao tanque de aeração; e permeado, recolhido no tanque de permeado.

O sistema foi operado em modo contínuo. O efluente sintético utilizado na alimentação tinha concentração de $N-NH_4$ de 150 mg/L e com DQO= 300 mg/L. O ajuste do pH no reator era realizado com uma solução de 0,25 M de carbonato de sódio. O objetivo era manter o pH entre 7 e 8 para favorecer a segunda etapa do processo de remoção de nitrogênio (que não será detalhada neste estudo).

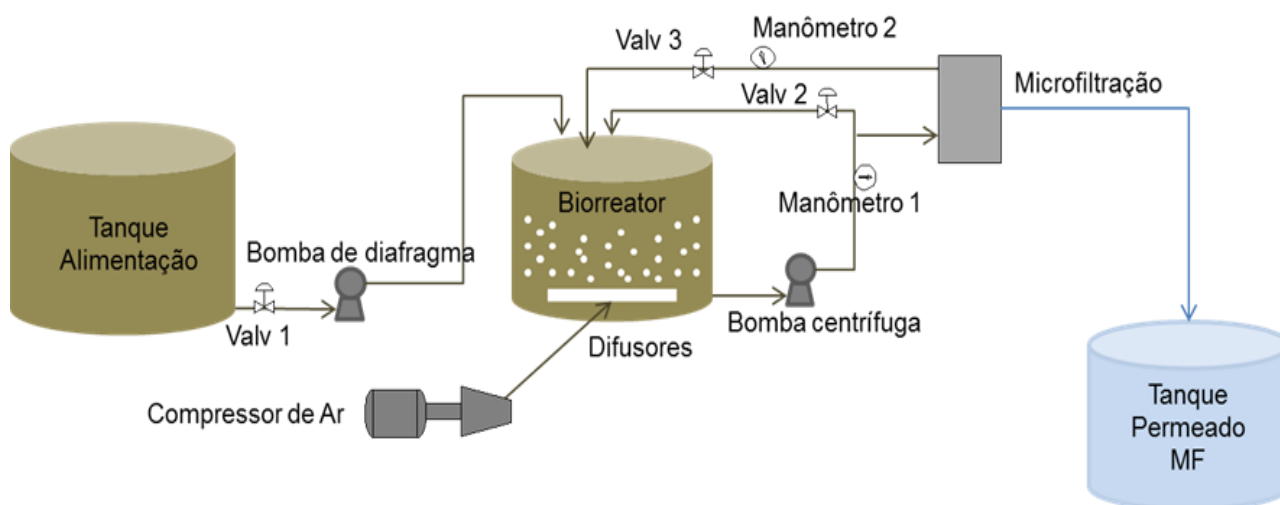


Figura 1. Unidade de microfiltração em escala de bancada.

As medidas de pH, temperatura e OD realizaram-se mediante eletrodos específicos do aparelho Lutron WA – 2015. A determinação de $N-NH_4$ se deu por cromatografia iônica (Dionex ICS 3000).

O estudo se manteve em temperatura ambiente para simular as condições reais de uma estação de tratamento de efluentes. A concentração de sólidos suspensos totais nesta etapa iniciou em 3,0 g/L, alcançando a média de 4,5 g/L após 51 dias de operação.

2 RESULTADOS OBTIDOS

A figura 2 apresenta o perfil de concentração de $N-NH_4$, na saída (permeado) do MBR. Pode-se constatar que após 25 dias do início da operação a concentração de $N-NH_4$ ficou em valores aproximadamente constantes e próximos a zero. A eficiência de oxidação de amônio durante a operação, após a estabilização, atingiu o percentual médio de 95,1%, com desvio padrão de 5,3%.

Perfil de Concentração de NH_4

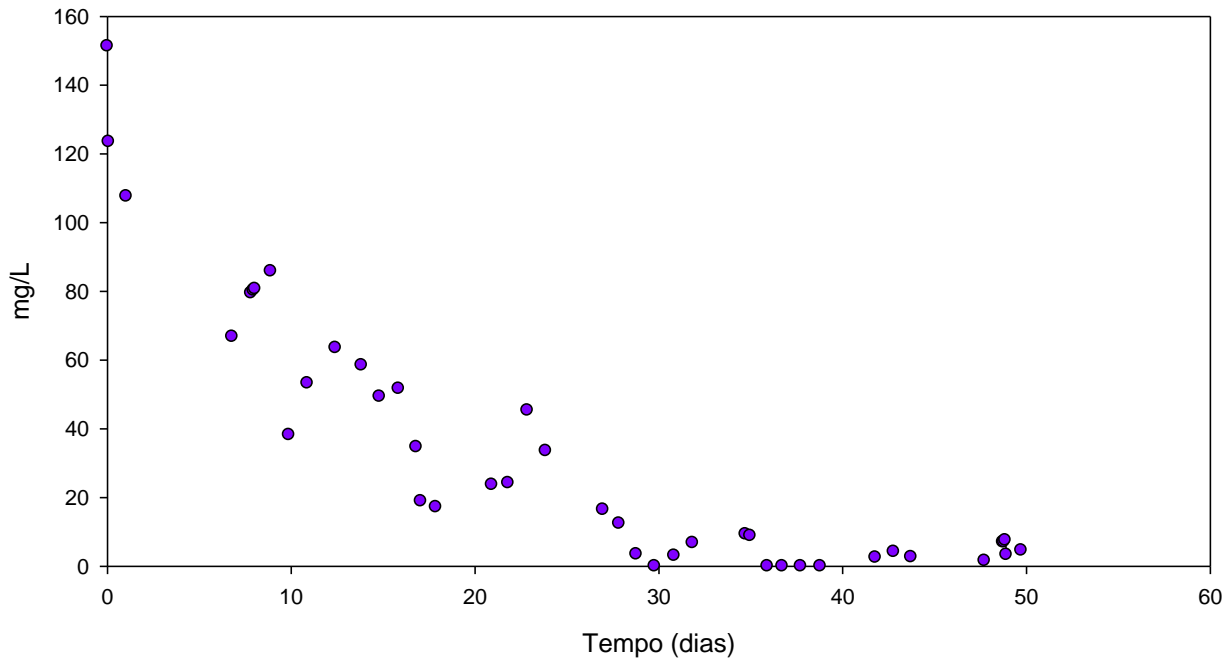


Figura 2: Perfil de concentração de NH_4 pelo tempo de operação no MBR.

A oxidação de amônio também pode ser constatada através do perfil de pH (figura 3-A), que vai perdendo alcalinidade durante a operação no MBR.

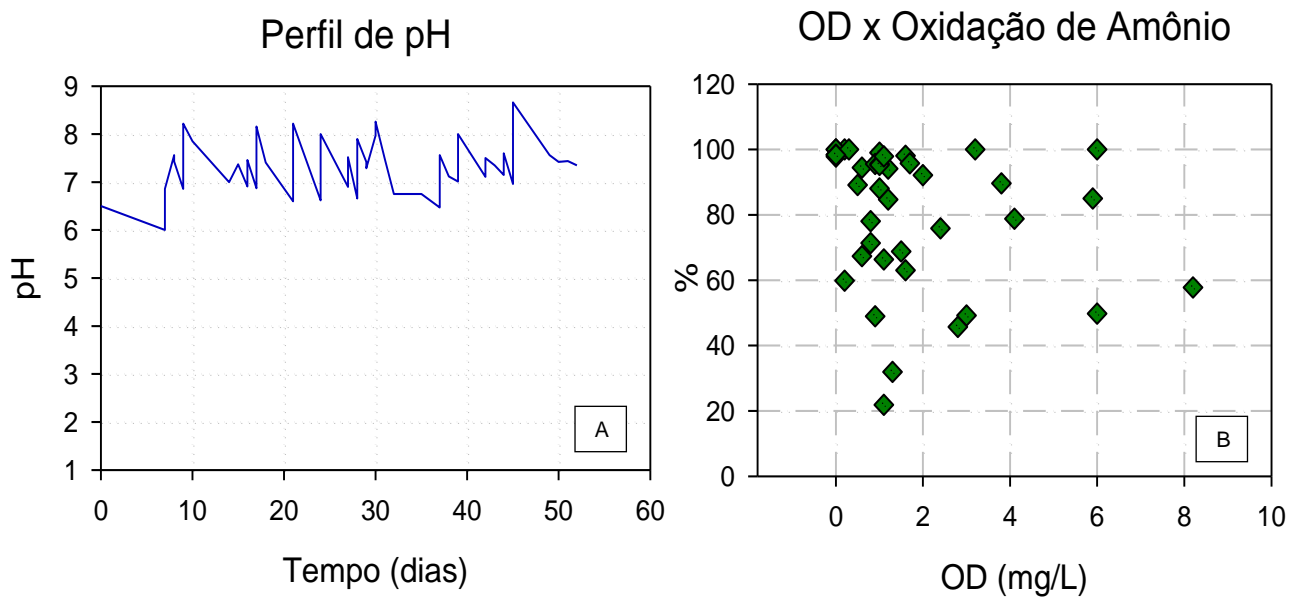


Figura 3: Perfil de pH em função do tempo de operação no MBR e de porcentagem de oxidação de amônio em função da concentração de OD.

Na figura 3-A, é possível visualizar o perfil de pH. As quedas no pH são características da nitrificação. Para manter a alcalinidade, foi necessário adicionar solução de carbonato de sódio 0,25M, caracterizada pelas subidas repentinas de pH. Na figura 3-B, oxidação de N-NH₄ pode ser observada com relação à concentração de OD. O que se observa é que a maior concentração de pontos perto da eficiência de 100% então entre 0,0 e 2,0 mg/L de OD. Também houveram pontos com eficiência próxima a 100% em concentrações de OD de 3,0 mg/L e 6,0 mg/L. Esses valores indicam que a nitrificação pode ocorrer em diferentes concentrações de OD. Com essa informação é possível otimizar o processo de remoção de nitrogênio através da utilização de concentrações de OD mais próximas de zero como uma forma de favorecer a desnitrificação (etapa posterior).

A temperatura média do processo ficou na faixa de 24 a 28 °C. Isso mostra que a temperatura manteve-se aproximadamente constante e que foi favorável para o processo de nitrificação de forma geral, uma vez que as temperaturas ótimas de operação estão entre 15 e 32 °C (Cervantes, 2000).

3 CONCLUSÕES

O biorreator de membrana apresentou uma elevada eficiência na oxidação de amônio, que se deu na ordem de 95,1%. As condições operacionais mais adequadas para a oxidação de amônio foram: OD entre 0,0 e 2,0mg/L;

O perfil de pH no MBR mostrou a necessidade de adicionar a solução de carbonato de sódio em períodos regulares para manter a alcalinidade do sistema.

4 AGRADECIMENTOS

À Capes (projeto Capes-Mercosul PPCP 005/2011), UFRGS e CNPq.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltran, C.A.E. 2008. Aplicación de un sistema de control supervisor de pH y OD en la operación continua de un reactor nitrificante de disco rotatório. in: *Departamento de Ingeniería Química*, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.
- Cervantes, C.P., J.; Gómez, J. 2000. Avances en la Eliminación del Nitrógeno de las Aguas Residuales. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 42, 73-82.
- Chang, C.Y., Tanong, K., Xu, J., Shon, H. 2011. Microbial community analysis of an aerobic nitrifying-denitrifying MBR treating ABS resin wastewater. *Bioresource Technology*, 102(9), 5337-5344.
- Ciudad, G., Gonzalez, R., Bornhardt, C., Antileo, C. 2007. Modes of operation and pH control as enhancement factors for partial nitrification with oxygen transport limitation. *Water Research*, 41(20), 4621-4629.
- He, S.B., Xue, G., Wang, B.Z. 2009. Factors affecting simultaneous nitrification and de-nitrification (SND) and its kinetics model in membrane bioreactor. *Journal of Hazardous Materials*, 168(2-3), 704-710.

- Munoz, C., Rojas, D., Candia, O., Azocar, L., Bornhardt, C., Antileo, C. 2009. Supervisory control system to enhance partial nitrification in an activated sludge reactor. *Chemical Engineering Journal*, 145(3), 453-460.
- Philips, A.M.L. 2008. Utilização De Reator De Biodiscos Para Tratamento De Efluentes Com Altas Concentrações De Nitrogênio. in: *Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos*, Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis.