

CINÉTICA DA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE ESGOTO SANITÁRIO EM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO

Camila Souza Azevedo ¹

Camila Zoe Correa ²

Deize Dias Lopes ³

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética dos processos de nitrificação (via $N-NH_4^+$ e via $N-NO_2^-$) e desnitrificação (via NO_3^-) em reator de leito estruturado aplicado ao tratamento de esgoto sanitário. Em um reator em bateladas foram realizados ensaios de nitrificação via $N-NH_4^+$, via $N-NO_2^-$ e desnitrificação via NO_3^- , utilizando biomassa proveniente de um reator de leito estruturado com aeração intermitente e fluxo contínuo. A taxa específica obtida de nitrificação foi de $30,08 \text{ mgN.gSSV}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Já para o ensaio de nitratação a taxa específica foi de $496,59 \text{ mgN.gSSV}^{-1}.\text{h}^{-1}$, não sendo essa a etapa limitante para o processo de nitrificação. Para a desnitrificação foi obtida taxa específica de $6,53 \text{ mgN.gSSV}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Constatou-se que diversos fatores podem afetar a cinética das reações: as configurações do sistema, o tipo de lodo de inóculo, bem como as características do efluente a ser tratado podem afetar a velocidade e a ordem do modelo cinético.

Palavras-chave: Reator de leito estruturado; Cinética de nitrificação; Cinética de desnitrificação; esgoto doméstico.

¹Engenheira Civil, camilasouzaa1@gmail.com.

²Aluna do Curso de doutorado em Engenharia Civil – Departamento de Construção Civil, camila.z.correa@gmail.com.

³Profª. Drª.- Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Construção Civil, deizeuel@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O reator de leito estruturado, com fluxo contínuo ascendente e aeração intermitente tem obtido sucesso no tratamento de vários tipos de águas residuárias, apresentando elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e nitrogênio (MOURA, 2011; SANTOS, 2014; CORREA et al., 2016).

Entretanto, visando fornecer mais dados para o projeto de reatores, além de estudar seu desempenho, é necessário também conhecer seus parâmetros cinéticos. A cinética de um processo pode ser considerada como o estudo dos fatores que afetam as taxas das reações. Por isso, varia com o tipo de reator, com as características da água residuária, sendo importante seu estudo como parâmetro de projeto.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética dos processos de nitrificação (via N-NH_4^+ e via N-NO_2^-) e desnitrificação (via NO_3^-) em esgoto sanitário, para o reator de leito estruturado no tratamento de esgoto sanitário.

METODOLOGIA

Para os ensaios cinéticos foi utilizada biomassa proveniente de um reator de leito estruturado operado com fluxo contínuo e aeração intermitente (2 horas com aeração ligada/ 1h com aeração desligada), utilizado no tratamento de esgoto sanitário. Este reator já estava sendo operado por mais de 100 dias. Os ensaios cinéticos foram realizados em um reator de leito estruturado operado em batelada, construído em PVC.

Os ensaios consistiram na coleta de amostras de esgoto tratado a cada hora para determinação dos parâmetros físico-químicos importantes para a realização de cada perfil cinético.

Para o perfil cinético de nitrificação via N-NH_4^+ e via N-NO_2^- , foram monitoradas as concentrações de N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^- , segundo as metodologias apresentadas em APHA (2005). Já no ensaio de desnitrificação via N-NO_3^- , foram realizadas as mesmas análises do ensaio anterior, sendo adicionado coletas para determinação da concentração de Demanda Química de Oxigênio (DQO) a cada três horas.

Ao fim de ambos os ensaios foram coletadas amostras de espuma e lodo do fundo do

reator, para determinar a concentração de sólidos (APHA, 2005). Após a realização destes experimentos, os dados foram plotados no software Microcal Origin 6.0, para obtenção da equação concentração x tempo e da velocidade de reação e verificado qual tipo de equação melhor se ajusta ao modelo obtido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os dados obtidos no ensaio de nitrificação via N-NH_4^+ .

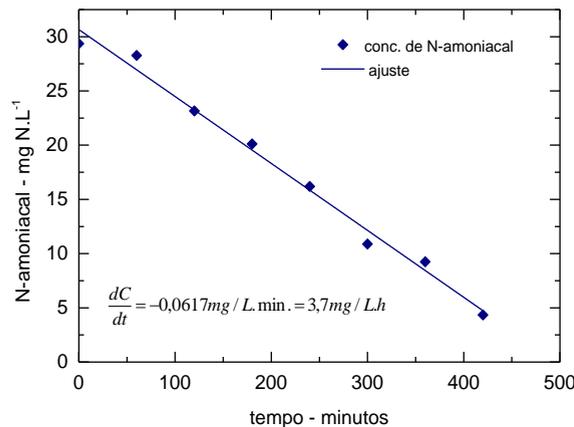


Figura 1 – Cinética de nitrificação

Nota-se no gráfico da Figura 1 que o processo de nitrificação via N-NH_4^+ apresentou cinética de ordem zero, sendo representado pela Equação 1.

$$C = C_0 - kt \quad (\text{Equação 1})$$

Por ser uma equação de ordem zero, a velocidade da reação é dada pela derivada da Equação 1 em função do tempo, resultando na taxa específica de nitrificação de $30,1 \text{ mgN.gSSV}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Moura (2011) e Santos (2014) utilizando um reator com a mesma configuração do utilizado nesta pesquisa, porém aplicado ao tratamento de efluente sintético, também obtiveram um ajuste de ordem zero, encontrando respectivamente velocidades de nitrificação muito inferiores.

A Figura 2A ilustra o decaimento da concentração de N-NO_2^- ao longo do tempo. Nesta Figura, pode-se observar que o consumo de N-NO_2^- no reator segue o modelo cinético de

primeira ordem, representado matematicamente pela Equação 2, diferente do encontrado por Moura (2011) e Santos (2014).

$$C = C_0 \cdot e^{-kt} \quad \text{Equação 2}$$

A taxa específica de nitratação foi calculada a partir da plotagem dos dados da Figura 2B, sendo obtida velocidade de nitratação de $496,6 \text{ mgN.gSSV}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Não foi observado o acúmulo de N-NO_2^- durante o ensaio de nitratação devido a velocidade de nitratação ser cerca de 15 vezes superior à velocidade de nitritação. Isto indica que a nitrificação foi completa, e que o processo de nitratação é a etapa limitante do processo de nitrificação (MOURA, 2011; SANTOS, 2014).

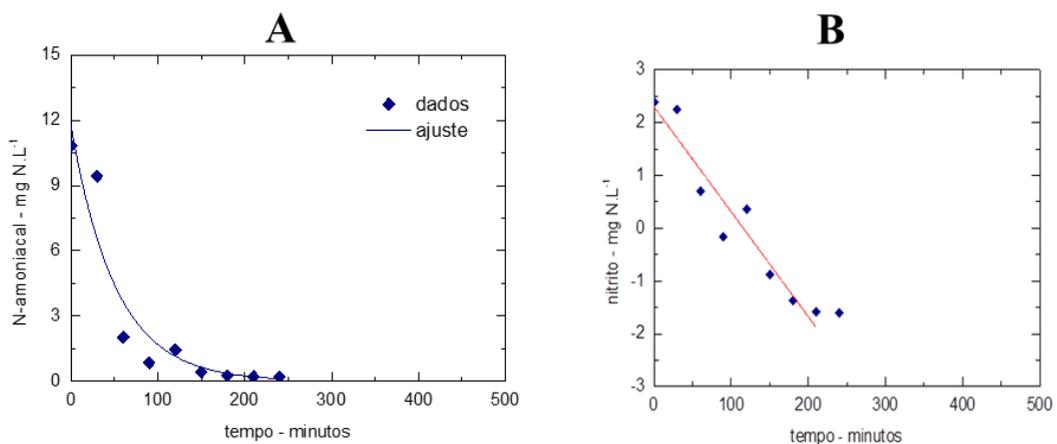


Figura 2 – Cinética de nitratação (A) primeira ordem e (B) linearizado

A origem do lodo utilizado como inóculo também é um fator importante para a cinética do reator (SANTOS, 2014). Diferentemente da pesquisa de Santos (2014), nesta pesquisa o reator de leito estruturado (onde foi coletado o lodo para o ensaio cinético) foi autoinoculado, o que pode ter contribuído para que o processo de nitrificação completa ocorresse e com uma velocidade superior.

A cinética de desnitrificação pode ser melhor descrita pelo modelo cinético de ordem zero. Então, de forma análoga a realizada para o ensaio de nitratação, a velocidade específica de desnitrificação foi de $6,5 \text{ mgN.gSSV}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Santos (2014) encontrou uma velocidade de desnitrificação via N-NO_3^- de $8,6 \text{ mgN.gSSV}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para uma relação C/N = 7,6, já neste ensaio, a relação C/N, foi de 6,9. A maior velocidade encontrada por Santos

(2014) pode ser justificada pela maior relação C/N, pois a ocorrência do processo de desnitrificação necessita de uma fonte de carbono facilmente biodegradável no meio.

CONCLUSÕES

Como base nos valores obtidos a partir dos perfis cinéticos desenvolvidos para os processos de nitrificação e desnitrificação, observa-se que diversos fatores podem afetar a cinética das reações, tais como: configurações do sistema, tipo de lodo utilizado na inoculação da biomassa e as características da água residuária a ser tratada.

A partir dos resultados, verifica-se que o reator de leito estruturado se mostrou um sistema eficiente para a remoção de nitrogênio, sendo ressaltado a importância da avaliação dos parâmetros cinéticos para o projeto de sistemas de tratamento de águas residuárias.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, D. C., 2005.

CORREA C.Z., PRATES K.V.M.C, AZEVEDO C, LOPES D.D., RODRIGUES E.A., PETERLINI G, BARANA AC. Comportamento da remoção de matéria orgânica (DQO) e nitrogênio amoniacal em um reator de leito estruturado operado sob aeração intermitente. **Scientia Plena**, v.12, n.3, p.1-10, 2016.

MOURA, R. B. **Desempenho de um reator vertical de fluxo contínuo e leito estruturado com recirculação do efluente, submetido à aeração intermitente, na remoção de carbono e nitrogênio de um efluente sintético**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. 2011.

SANTOS, C. E. D. **Influência da relação carbono/nitrogênio e da fonte de carbono no processo de nitrificação desnitrificação simultânea em reator de leito estruturado**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. 2014.