ENSAIO CINÉTICO DE NITRIFICAÇÃO PARA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL DE ESGOTO SANITÁRIO

Cássia Berlesi Brigatto Ferreira (PIBIC/CNPq), João Guilherme Baggio de Oliveira (Co-orientador), Guilherme Araújo Vuitik, Ana Cláudia Barana (Orientador), e-mail: anabarana@yahoo.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Ciências Agrárias e Tecnológicas.

Ciências Agrárias, Tecnologia de Alimentos

Palavras-chave: reator de leito fixo, nitrito, nitrato.

Resumo

O lançamento de nutrientes em corpos d'água podem causar diversos danos ao ambiente e à saúde humana. Sabendo disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a remoção de nitrogênio amoniacal de esgoto sanitário em um reator de leito empacotado com aeração intermitente em escala piloto, que promove remoção de matéria orgânica e nitrogenada simultaneamente. O trabalho consistiu na realização de ensaios cinéticos de nitrificação com biomassa coletada reator submetido a três diferentes condições de aeração, de 60, 120 e 180 minutos, em períodos de 180 minutos. A coleta da biomassa foi realizada na ETE (Estação de Tratamento de esgoto) Iapó, em Castro, onde o reator estava operando, e possibilitou a obtenção de perfis temporais de concentração do substrato ao longo do tempo, além das velocidades de reação. Observou-se a partir dos dados obtidos, que o melhor tempo de aeração para o desenvolvimento e atividade das bactérias nitrificantes foi de 120 minutos.

Introdução

As estações de tratamento de efluentes no Brasil, que utilizam sistemas convencionais, promovem a redução da matéria orgânica de maneira eficiente, mas não conseguem remover nutrientes, como nitrogênio e fósforo (WOSIACK, 2014). Esses nutrientes, em concentração elevada, podem causar eutrofização dos corpos d'água e doenças.

Segundo Von Sperling (1996), o nitrogênio pode ser encontrado no meio aquático nas formas de nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. Em esgoto sanitário, a principal fonte de nitrogênio orgânico é a urina, que contém ureia, creatina, ácido úrico e nitrogênio amoniacal.

A remoção biológica convencional do nitrogênio ocorre em duas etapas distintas, nitrificação e desnitrificação. A nitrificação ocorre em condições aeróbias, sob ação de bactérias autotróficas, sendo o nitrogênio amoniacal oxidado a nitrito e, depois, nitrato. Já a desnitrificação ocorre em ambientes com ausência de oxigênio livre, onde o nitrato será o aceptor final de elétrons e, então, reduzido a nitrogênio gasoso por bactérias heterotróficas (MOURA, 2014). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de nitrogênio amoniacal, na etapa de nitrificação, em um reator de leito empacotado com espuma de poliuretano em diferentes condições de aeração e obter as velocidades de nitrificação.

Materiais e Métodos

Foram realizados ensaios cinéticos com biomassa coletada de um reator em escala piloto instalado na ETE Iapó, em Castro. O reator operou em três diferentes condições de aeração, de 60, 120 e 180 minutos, em períodos de 180 minutos, com TDH de 12 horas, recirculação de 2 vezes a vazão de entrada e temperatura ambiente. A biomassa utilizada se desenvolveu naturalmente em espumas de poliuretano, comercialmente chamadas de Biobob®, que preenchiam o reator. Para o ensaio de nitrificação via N-amoniacal foi utilizado um meio contendo NH_4Cl com concentração de 30 $mg.L^{-1}$ de nitrogênio na forma de amônia. No ensaio via N-nitrito utilizou-se meio de $NaNO_2$ preparado com uma concentração de 15 $mg.L^{-1}$ de nitrogênio na forma de nitrito. Para a estimativa das velocidades de conversão do substrato foram utilizados parâmetros baseados na remoção das formas de N-amoniacal e N-nitrito, verificados por perfis temporais de concentração do substrato ao longo do tempo. A curva de concentração foi obtida a partir de coleta de amostras de hora em hora até que não se percebesse mais a presença de substrato. Assim, a velocidade específica de consumo de substrato da reação (μ_S) foi determinada dividindo-se a velocidade de consumo de substrato, pela unidade de SSV.

Resultados e Discussão

De acordo com Moura (2014), a cinética da conversão biológica de nitrogênio segue um modelo de ordem zero. Para estimativa da velocidade global de reação foram utilizados os dados experimentais obtido em ensaios em batelada, de remoção de nitrogênio nas formas de N-amoniacal e N-nitrito, verificados por perfis temporais de concentração do substrato ao longo do tempo. A tabela 1 apresenta as condições de operação do reator em cada ensaio realizado.

O decaimento da concentração de substrato no meio (Figura 1) foi ajustado a uma equação do segundo grau, na forma: $c=at^2+bt+c$. o coeficiente angular de sua derivada ($dc/dt = at+b$), corresponde à velocidade de reação. Ao dividir o coeficiente angular da reta pela concentração de biomassa, foram obtidas as velocidades específicas de consumo de substrato, apresentados na Tabela 2.

Observa-se que a terceira condição foi a que apresentou melhor velocidade de nitrificação nas duas fases, mesmo sendo aerada dois terços do tempo. O que faz essa condição ser melhor do que a primeira, são os microrganismos. A velocidade de multiplicação das bactérias heterotróficas, que não participam do processo de nitrificação, é muito mais rápida do que das bactérias autotróficas, que efetivamente participam da reação. Assim, o excesso de oxigênio, favorecendo o desenvolvimento das bactérias heterotróficas, provavelmente fez com que elas ocupassem a maior parte do espaço nas espumas, em detrimento da fixação das autotróficas nitrificantes.

Tabela 1- Condições de operação do reator

Condição	TDH (horas)	Taxa de recirculação (Tr)	Aeração/Sem aeração (min)
1	12	2	180/0 (contínua)
2	12	2	60/120
3	12	2	120/60

Figura 1 – Curvas de decaimento da concentração de nitrogênio ao longo do tempo para cada condição

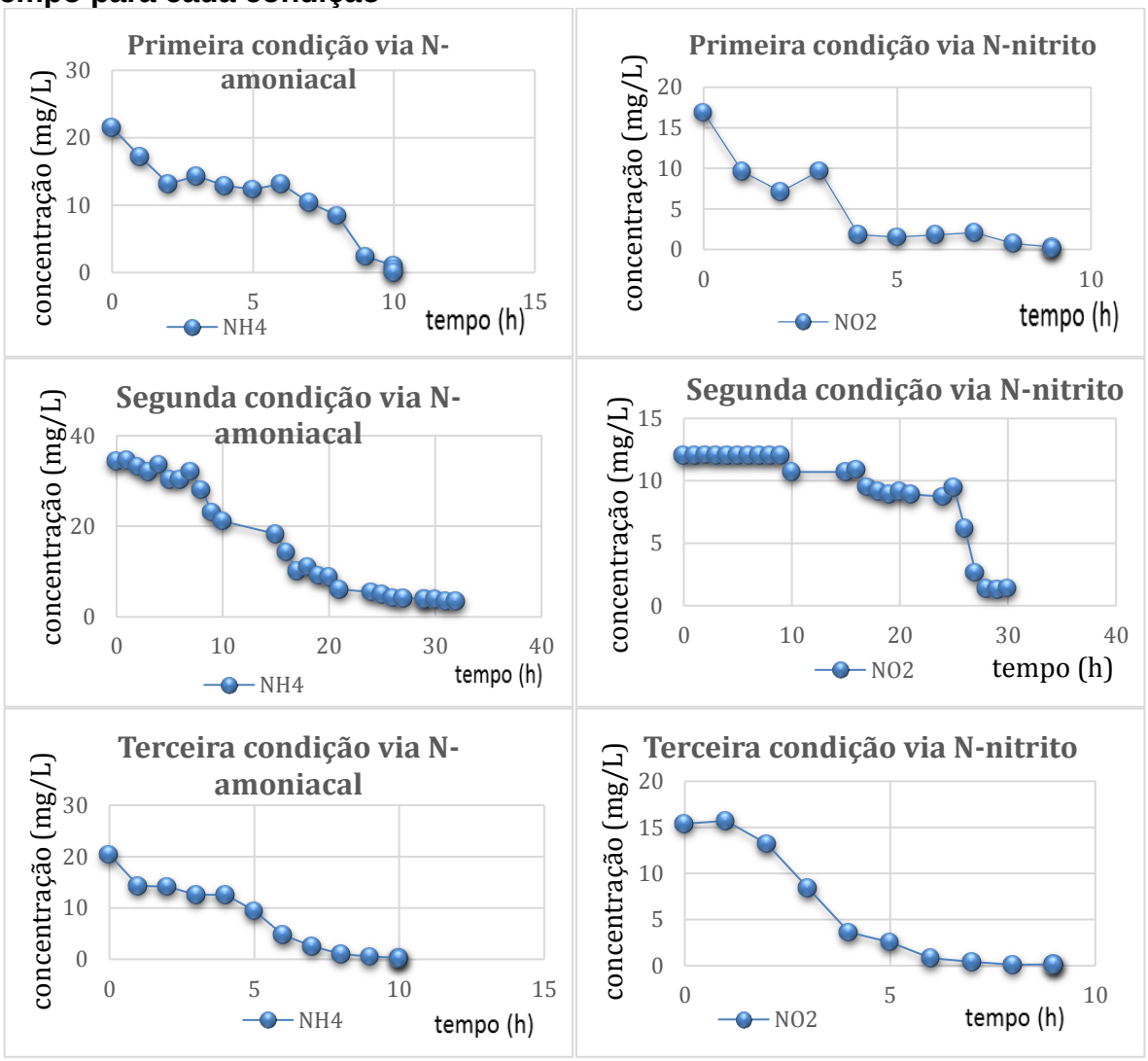


Tabela 2 – Parâmetros cinéticos obtidos em cada condição de operação

Condição	Velocidade de nitrificação via N-amoniacal (mgN.gSSV^{-1}.h^{-1})	Velocidade de nitrificação via N-nitrito (mgN.gSSV^{-1}.h^{-1})
1	0,141	0,192
2	0,235	0,055
3	0,257	0,374

Comparando-se os teores de DQO e NTK do esgoto afluente e efluente ao reator (Tabela 3), percebe-se que a reação de nitrificação ocorreu com maior eficiência na primeira condição, com aeração contínua.

Em relação às velocidades encontradas no ensaio cinético, pode-se concluir que não correspondem ao que acontece no reator e isso pode ser explicado por alguns motivos: a) temperatura: que no reator da ETE Iapó foi ambiente e, no laboratório, durante o ensaio cinético, mantida a 30ºC, ideal para o crescimento e multiplicação das bactérias nitrificantes; b) biomassa: para o cálculo da velocidade cinética assume-

se que todos os microrganismos presentes na biomassa sejam nitrificantes, entretanto a biomassa utilizada não é uma cultura pura, o que pode alterar os resultados de velocidade específica da reação; c) substrato: o substrato utilizado para realização do ensaio era simples, com um único elemento, diferente daquele presente no reator de onde a biomassa foi extraída, que era esgoto real, com variações de composição ao longo dos dias.

Tabela 3 – Média de DQO e NTK (Nitrogênio Total Kjeldahl) no afluente e efluente do reator e eficiência de nitrificação nas condições 1, 2 e 3.

Condição	Afluente (mg. L^{-1})		Efluente (mg. L^{-1})		Eficiência de Nitrificação (%)
	DQO	NTK	DQO	NTK	
1	377 ± 91	35 ± 10	75 ± 23	8 ± 3	75
2	428 ± 99	54 ± 5	114 ± 18	23 ± 5	57
3	748 ± 48	54 ± 10	121 ± 32	16 ± 3	70

Conclusões

Analisando-se os resultados obtidos pode-se concluir que no reator avaliado existe bactérias nitrificantes autotróficas, fato este confirmado pelos ensaios cinéticos realizados. As velocidades de nitrificação obtidas nos ensaios cinéticos não foram proporcionais às eficiências de nitrificação obtidas no reator da ETE Iapó. Nos ensaios cinéticos a terceira condição, com aeração de 120 minutos, apresentou a maior velocidade, enquanto na ETE Iapó, a maior eficiência de nitrificação aconteceu na primeira condição, com aeração contínua.

Agradecimentos

Agradeço a professora Dra. Ana Cláudia Barana, pela oportunidade, paciência e por todo conhecimento passado a mim. Da mesma forma, agradeço meu co-orientador, João Guilherme Baggio de Oliveira pela ajuda. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida. À Sanepar e Bioproj pelo auxílio financeiro concedido.

Referências

MOURA, R. B. **Remoção de matéria orgânica e nitrogênio de esgoto sanitário em reator de leito estruturado submetido à aeração intermitente e recirculação do efluente**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento. USP. São Carlos, 2014.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de** esgotos. 3. Ed. v. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WOSIACK, P. A. **Remoção de matéria orgânica carbonácea e nitrogenada de águas residuárias da indústria de ração animal em reator de leito estruturado**. Dissertação de mestrado. Programa de Ciência e Tecnologia de Alimentos. UEPG. Ponta Grossa, 2014.