ENSAIO CINÉTICO DE DESNITRIFICAÇÃO PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Antônio Emílio Shibata (PROVIC), João Guilherme Baggio de Oliveira (Co-orientador), Ana Cláudia Barana (Orientador), e-mail: anabarana@yahoo.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Alimentos.

Ciência e tecnologia de alimentos / Tecnologia de alimentos.

Palavras-chave: Efluente, remoção de nitrogênio, biomassa aderida.

Resumo

Neste trabalho avaliou-se três diferentes condições de aeração para a remoção de nitrogênio de esgoto sanitário, aeração contínua, 120 min aerando e 60 sem aerar, e 60 minutos aerando e 120 sem aerar (em períodos de 180 minutos). O reator avaliado tinha 5,63m^3 e estava instalado na ETE Iapó, localizada no município de Castro e gerenciada pela Sanepar. Em cada condição de aeração coletou-se biomassa do reator para se determinar as velocidades específicas de desnitrificação em ensaios cinéticos realizados em laboratório. A forma operacional tida como a mais eficiente para uso no reator foi a de 60 minutos de aeração e 120 minutos sem aeração, que gerou velocidade específica de consumo de nitrato de 0,255 mg N-NO_3.h^{-1}.gSSV^{-1}. Em comparação com as demais maneiras de operação, também demandaria menor gasto energético.

Introdução

Nitrogênio em excesso é um elemento nocivo para corpos d`água e para a saúde humana, pois pode provocar eutrofização e algumas doenças, como câncer no sistema gastrointestinal e a metahemoglobinemia (METCALF; EDDY, 2003).

O processo de remoção de nitrogênio para tratamento de efluentes se dá em duas etapas: a nitrificação e a desnitrificação. Pesquisadores têm estudado reatores capazes de realizar todo o processo em um único compartimento, ação que diminuiria custos de instalação e operação (DAMIANOVIC et. al., 2018).

Assim, o presente subprojeto teve por objetivo avaliar três condições de aeração na remoção de nitrogênio de esgoto doméstico, e avaliar as velocidades específicas de desnitrificação em cada condição.

Materiais e Métodos

Condições de operação do reator

O reator utilizado tinha 5,6m^3 de volume útil e foi operado em fluxo contínuo, TDH (Tempo de Detenção Hidráulica) de 12 horas, temperatura ambiente e afluente composto por uma mistura de esgoto bruto e efluente de um RALF (Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado) na proporção de 1:1 (v/v). O reator estava localizado na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) Iapó, da Sanepar, no município de Castro.

O leito do reator, empacotado, era formado BioBobs®, uma estrutura cilíndrica com 6cm de altura de 3cm de diâmetro (semelhante a um bob para cabelo), formada

externamente por PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e internamente por espuma de poliuretano, onde os microrganismos se fixavam.

O reator foi operado em três condições de aeração diferentes: Condição 1: aeração contínua; Condição 2: 60 minutos aerando e 120 minutos sem aerar; Condição 3: 120 minutos aerando e 60 sem aerar.

Realização do Ensaio Cinético

Para a realização dos ensaios cinéticos foram utilizados os microrganismos que estavam aderidos aos Biobob®,e que eram coletados no reator da ETE Iapó. A coleta era feita após 15 dias de operação em estado estacionário aparente, ao final de cada condição de aeração. A espuma do interior do Biobob® era removida e cortada com uma tesoura em nove cubos com arestas de 1 cm cada.

Os ensaios cinéticos eram realizados em frascos de Duran® com capacidade para 250mL. O meio utilizado era uma solução composta por $NaNO_3$ (aceptor de elétrons), com concentração de 20mg N-NO_3/L, 180mg/L de acetato de sódio (doador de elétron), 5 mL de solução de macronutrientes e 1 mL de solução de micronutrientes preparadas segundo Santos (2014). Cada frasco era inoculado com os 9 cubos de espuma e mantidos a 30º C, em um shaker sob agitação de 120 rpm. A cada intervalo de uma hora retirava-se uma alíquota de 5 mL para análises de nitrito e nitrato. Os ensaios cinéticos tiveram duração de 13 horas.

Ao fim de cada ensaio quantificava o teor de Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) em cada frasco, que correspondia ao teor de biomassa.

Cálculo das velocidades de desnitrificação

As velocidades de reação foram determinadas ajustando-se as curvas de consumo de substrato a um modelo linear, plotando-se concentração de substrato versus tempo. Segundo Moura et al. (2012), as reações de desnitrificação seguem ordem zero, pois nestes ensaios não há limitação de substrato. Assim, as velocidades foram determinadas após a determinação da equação da reta traçada e definição do coeficiente angular, considerado a velocidade da reação.

A determinação da velocidade específica de consumo de substrato da reação (μ_S) foi determinada dividindo-se a variação de consumo de substrato pela unidade de SSV.

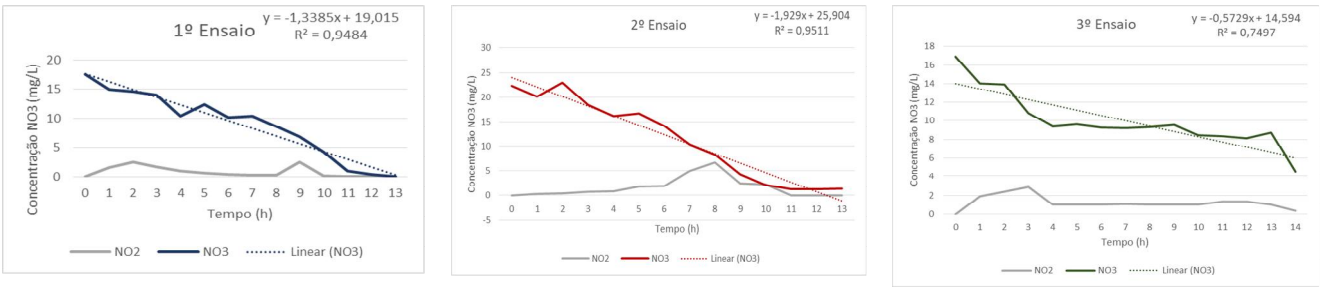
Análise de Nitrito e Nitrato e Sólidos Suspensos Voláteis

Todas as análises foram realizadas segundo método descrito em APHA (1998). Nitrito e nitrato foram determinados pelo método colorimétrico (APHA 4500 NO_2 B e NO_3 C, respectivamente) e SSV pelo método gravimétrico (APHA 2540 E).

Resultados e Discussão

Plotou-se gráficos de concentração de nitrogênio na forma de nitrato e nitrito por tempo (Figura 1) para se ter uma ideia dos perfis temporais de consumo e substrato dos ensaios cinéticos.

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



Fonte: o autor.

As linhas decrescentes de nitrato refletem o conceito da desnitrificação, ou seja, o consumo deste composto pelas bactérias desnitrificantes. A formação de nitrogênio na forma de nitrito indica estar havendo a redução do nitrato a nitrito e do nitrito a gases (óxido nítrico, óxido nitroso e gás nitrogênio).

Comparação das condições

Para poder se comparar as velocidades de consumo de nitrato nas três condições foi feito um ajuste linear do decaimento de nitrato com o tempo, com o intuito de se obter uma equação dessa reta, e utilizar o seu coeficiente angular para calcular a velocidade específica de consumo de nitrato. Isso pode ser feito porque o valor de R^2 de todas as equações ficaram acima de 0,7, valor considerado alto para processos biológicos. Calculou-se, então, a velocidade específica de consumo de nitrato, através da Equação 1.

$$\mu_s = \frac{a}{SSV} \qquad (1)$$

Onde:
μ_s = velocidade específica de consumo de nitrogênio (mg $N\text{-}NO_3.h^{-1}.gSSV^{-1}$);
a = coeficiente angular da reta;
SSV = concentração de sólidos suspensos voláteis (gSSV).

Na tabela 1 estão os resultados de velocidade específica de consumo de nitrato em cada ensaio.

Tabela 1 – Velocidades específicas de consumo de nitrato nos três ensaios cinéticos realizados

ENSAIO	AERAÇÃO/SEM AERAÇÃO (min)	TDH (h)	RECIRCULAÇÃO (Tr)	VELOCIDADE (mg $N\text{-}NO_3.h^{-1}.gSSV^{-1}$)
1	180/0	12	2	0,135
2	60/120	12	2	0,255
3	120/60	12	2	0,057

Fonte: o autor.

Analisando-se os resultados da tabela 1, nota-se que o ensaio 2 foi o que que proporcionou a maior velocidade de consumo de nitrato, como era de se esperar, visto que nesta condição o reator teve o menor tempo de aeração em relação às demais, fato que favorece a ação das bactérias desnitrificantes.

As bactérias desnitrificantes são facultativas e só irão utilizar o nitrato como aceptor final de elétrons caso não haja oxigênio livre disponível no meio. Na presença de oxigênio livre, as bactérias facultativas preferem este como aceptor final de elétrons, devido ao maior rendimento energético da reação aeróbia.

Em segundo lugar vem a primeira condição, com aeração em 100% do tempo. Maior aeração promove condição menos favorável para as bactérias desnitrificantes, pois pode haver uma maior difusão desse elemento para o interior do biofilme.

A condição com menor velocidade foi a terceira, com 120 minutos de aeração e 60 minutos sem aerar, não sendo compatível com o esperado. Seria lógico que esta condição se encaixasse entre as duas acima, e até mesmo o reator tinha bastante matéria orgânica para servir de substrato para as bactérias desnitrificantes heterotróficas, entretanto o que se conclui é que houve algum tipo de erro na realização do experimento.

Conclusões

A condição de aeração intermitente de 60 minutos de aeração e 120 minutos sem aerar foi considerada a condição mais interessante para ser empregada no reator, pois além de apresentar maior velocidade de remoção de nitrato, demanda menos energia para aeração.

Agradecimentos

A Deus e Reino dos Céus; à minha família; à minha namorada; às minhas amigas(os); à professora Ana Cláudia Barana e ao co-orientador João Guilherme Baggio de Oliveira; aos meus professores; à UEPG; à Sanepar e Bioproj, pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências

APHA. American Public Health Association, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20 th Edition, Washington, 1998.

DAMIANOVIC, M. H. R. Z. et. al. Specific activity bioassays as tools to evaluate combined nitrogen and organic matter removal in SND systems. **Environmental Engineering Science**, p.1-10, 2018.

METCALF E EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. 4th ed. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2003. 1819 p.

MOURA, R. B.; DAMIANOVIC, M.H.R.Z., FORESTI, E. Nitrogen and carbon removal from synthetic wastewater in a vertical structured-bed reactor under intermittent aeration. **Journal of environmental management** ,98, p.163-167, 2012.

SANTOS, C. E. D. **Influência da relação carbono/nitrogênio e da fonte de carbono no processo de nitrificação e desnitrificação simultânea em reator de leito estruturado**. 2014, 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.