

INFLUÊNCIA DA DURAÇÃO DOS CICLOS DE AERAÇÃO E NÃO AERAÇÃO NO PROCESSO DE NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO SIMULTÂNEA

Camila Zoe Correa¹

Camila Souza Azevedo²

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates³

Deize Dias Lopes⁴

Rodrigo Rossetto Pescim⁵

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

Se comparado com a remoção de nitrogênio convencionalmente utilizada, o processo de nitrificação e desnitrificação simultânea (NDS) oferece várias vantagens, sendo assim diferentes pesquisas vem sendo realizadas com o objetivo de averiguar a influência da aeração intermitente (AI) no processo de NDS em diferentes configurações de reatores, que utilizam biomassa imobilizada e em suspensão. Do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do tempo de aeração (AE) e não aeração (NA), que compõe o ciclo de AI, sobre a o processo de NDS e remoção de matéria orgânica, em um reator de leito estruturado utilizado no tratamento de esgoto sanitário. Foram avaliados dois ciclos de AI compostos por tempos de AE/NA diferentes: Fase I - 4h AE/2h NA (Duração: 38 dias) e Fase II - 2h AE/2h NA (Duração 50 dias). Ao final de cada Fase, durante 3 ciclos de AI, foram realizadas análises para determinação da concentração dos compostos nitrogenados e matéria orgânica. Este perfil foi realizado sem alterar nenhuma condição de operação do reator, sendo coletas amostras do esgoto tratado a cada hora para determinação de pH, alcalinidade, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$, $N-NO_2^-$ e DQO_T . Avaliando as concentrações medias dos compostos nitrogenados e DQO em relação aos períodos AE/NA, a análise estatística aponta que não houve diferença significativa entre eles (p -valor $> 0,05$), o que indica que o processo de NDS ocorreu em ambas as condições estudadas, não sendo influenciado pelo tempo de AE/NA investigados.

Palavras-chave: Biomassa imobilizada; Biomassa em suspensão; reator de leito estruturado; Aeração intermitente.

¹Aluna do Curso de doutorado em Engenharia Civil – Departamento de Construção Civil, camila.z.correa@gmail.com.

²Engenheira Civil, camilasouzaa1@gmail.com.

³Prof. Dr. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Engenharia Ambiental, kprates@utfpr.edu.br

⁴Prof. Dr. Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Construção Civil, dilopes@uel.com.

⁵Prof. Dr. Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Estatística, rrpescim@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A obtenção do processo de Nitrificação e Desnitrificação simultânea (NDS) em unidades de tratamento biológico de águas residuárias é um processo desejado para sistemas que buscam a remoção de nitrogênio total (NT) com eficiência e custos menores de implantação, se confrontado com o sistema convencional. Se comparado com a remoção de nitrogênio convencionalmente utilizada, o processo NDS oferece várias vantagens, como a eliminação da necessidade da construção de dois tanques no sistema de tratamento; eliminação de fonte externa para o controle do pH, visto que a alcalinidade consumida durante a nitrificação é devolvida na desnitrificação, além de consumir menos energia devido à redução na necessidade de aeração (COLLIVIGNARELLI e BERTANZA, 1999).

Diversas condições operacionais podem favorecer a NDS em uma unidade de tratamento biológica de águas residuárias, como exemplo, pode-se citar o uso de biomassa imobilizada, presença de flocos e grânulos e a utilização de baixas concentrações de oxigênio dissolvido (OD) no meio ou mesmo o uso da Aeração Intermitente (AI). Nesse contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito do tempo de aeração (AE) e não aeração (NA), sobre a o processo de NDS e remoção de matéria orgânica em um reator de leito estruturado.

METODOLOGIA

A instalação experimental utilizada foi composta por um reator de leito estruturado operado com fluxo contínuo, em escala de bancada. O reator possuía um volume total de 13L e volume útil de 9,4L. Como material suporte foram utilizadas 13 espumas cilíndricas de poliuretano com 3 cm de diâmetro cada, estruturadas utilizando hastes de PVC. A aeração do sistema foi fornecida por 3 bombas de aquário que juntas forneciam uma vazão de ar de 5,0 L/min. O sistema foi alimentado com esgoto sanitário por meio de uma bomba magnética (ProMinent modelo GALA).

Após o período de adaptação do reator (33 dias) foi dado início as Fases experimentais estudadas, sendo utilizado um TDH de 16 horas e temperatura média de 25°C. Foram trabalhadas 2 fases experimentais, com diferentes ciclos de AI: Fase I - 4h AE (aeração ligada) – 2h NA (aeração desligada) e Fase II - 2h AE – 2h NA. A primeira fase durou 38 dias e a segunda 50 dias.

Para avaliar a influência da composição do ciclo de AI no consumo de matéria orgânica e oxidação e redução de nitrogênio no reator, ao final de cada fase experimental foi realizado um perfil de desempenho do sistema. Este perfil foi realizado sem alterar nenhuma condição de operação do reator, sendo coletadas amostras na saída do reator a cada hora para determinação de pH, alcalinidade, N-NH₄⁺, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻ e DQO_T.

Também foi realizado o monitoramento da concentração de oxigênio dissolvido no meio (OD), ao longo de cada ciclo de AI utilizando um oxímetro (modelo: HQ40D).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias calculadas nos perfis para os parâmetros pH, alcalinidade, N-NH₄⁺, N-NO₂⁻ e N-NO₃⁻, nitrificação e desnitrificação, juntamente com os resultados do teste de Tukey para analisar as diferenças entre as médias das variáveis.

Tabela 2: Média e desvio padrão das variáveis pH, alcalinidade, compostos nitrogenados (N-NH₄⁺, N-NO₂⁻ e N-NO₃⁻), nitrificação e desnitrificação do efluente nos perfis analisados.

Perfil	Aeração	pH	Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻	%Nitrificação	% Desnitrificação
I	AE	8,8±0,1 ^a	158±15 ^c	40,0±3,1 ^f	1,10±0,05 ^h	12,53±2,58 ⁱ	47±3 ^l	61±9 ⁿ
	NA	8,7±0,1 ^a	163±16 ^d	41,3±4,8 ^f	1,19±0,12 ^h	12,20±1,90 ^j	46±6 ^l	60±9 ⁿ
	MD±DV	8,8±0,1A	160±16C	40,4±3,7E	1,16±0,11G	12,40±2,3I	47±2K	61±9M
II	AE	6,9±0,2 ^b	212±35 ^e	6,9±1,6 ^g	0,47±0,04 ⁱ	9,25±1,56 ^k	89±3 ^m	79±5 ^o
	NA	7,0±0,1 ^b	225±34 ^e	6,1±1,5 ^g	0,38±0,19 ⁱ	9,78±2,82 ^k	88±3 ^m	81±3 ^o
	MD±DV	7,0±0,2B	218±34D	6,5±1,5F	0,46±0,01H	9,52±2,2J	88±3L	80±4N

Nota: Letras iguais = valores estatisticamente iguais; Letras diferentes = valores estatisticamente diferentes ao nível de 95%.

Letras maiúsculas = usadas para comparação entre as médias de cada perfil.

Letras minúsculas = usadas para comparação entre as médias de cada condição de aeração (AE = aerado; NA = não aerado).

Os valores médios de pH encontrados na condição aerada (AE) e não aerada (AN), mantiveram-se dentro da faixa considerada como adequada para a ocorrência da nitrificação e desnitrificação (7 – 9) (AHN, 2006).

Para que a nitrificação biológica aconteça é fundamental à presença de alcalinidade no meio, visto que são consumidos cerca de 7,1 mg CaCO_3 a cada mg de N-NH_4 oxidado. Já na desnitrificação a alcalinidade é devolvida ao meio, numa proporção de 3,57 g de CaCO_3 por grama de N-NO_3^- reduzidos. Dessa forma, nota-se que a desnitrificação recupera cerca de 50% da alcalinidade consumida durante a nitrificação, o que pode justificar a diferença estatística significativa encontrada entre a alcalinidade efluente nas condições AE e AN obtida nos perfis.

Na Tabela 1 observa-se que as concentrações efluentes dos compostos nitrogenados foram diferentes entre os perfis, o que possivelmente ocorreu devido às concentrações da amostra afluente, visto que houve variações nas amostras de esgoto sanitário utilizado.

Avaliando as concentrações médias dos compostos nitrogenados em relação aos períodos AE/NA, a análise estatística aponta que não houve diferença significativa entre eles ($p\text{-valor} > 0,05$) (Tabela 1), o que indica que o processo de NDS ocorreu em ambas as condições estudadas, não sendo influenciado pelo tempo de AE/NA investigados.

Moura et al. (2018) avaliando o perfil temporal de remoção dos compostos nitrogenados em um reator de leito estruturado, semelhante ao utilizado nesta pesquisa, relatou que as concentrações dos compostos avaliados (N-NH_4^+ , N-NO_2^- e N-NO_3^-) permaneceram constante ao longo dos ciclos de AI estudados. Os autores apontam que no reator ocorreu a NDS, não sendo observados picos de N-NO_3^- e N-NH_4^+ ao final dos períodos aerados e não aerado, respectivamente. Zhang et al. (2015) indicam que o uso da AI estimula o aumento da eficiência do processo de NDS em comparação com o modo totalmente aerado, o que favorece o processo de remoção de NT no sistema de tratamento.

Para DQO_T , entre os períodos AE e AN, o teste de Tukey não apontou diferenças significativas para a eficiência de remoção. O consumo de matéria orgânica no sistema não é afetado significativamente pelos períodos de aeração, pois este pode acontecer no período anóxico, onde a matéria orgânica pode ser consumida como fonte de carbono por microrganismos desnitrificantes e no período aeróbio, pelas bactérias heterotróficas

aeróbias (LEICK et al., 2018).

CONCLUSÕES

Não foi constatada diferença significativa entre os parâmetros monitorados nas condições aeradas (AE) ou não (AN), nos ciclos de AI estudados, exceto para a alcalinidade, o que indica estabilidade no processo de NDS, não sendo este influenciado pelo tempo de AE/NA investigados.

REFERÊNCIAS

- AHN, Y. H. Sustainable nitrogen elimination biotechnologies: A review. **Process Biochemistry**. v. 41, p. 1709-1721, 2006.
- COLLIVIGNARELLI, C.; BERTANZA, G. Simultaneous nitrification denitrification processes in activated sludge plants: performance and applicability. **Water Science and Technology**, v. 40 (4-5), 1999.
- LEICK, S. A.; OLIVEIRA, J. G. B.; TAVARES, K. A.; LOPES, D. D. BARANA, A. C. Effect of aeration and recirculation in the removal of nitrogen and chemical oxygen demand from sanitary sewage in a structured bed reactor. **Engenharia agrícola**. Jaboticabal, v. 37, i. 6, p. 1236-1243, 2017.
- MOURA, R. B.; SANTOS, C. E. D.; OKADA, T. H. M.; FERRAZ JÚNIOR, A. D. N. F.; DAMIANOVIC, M. H. R. Z.; FORESTI, E. Carbon-nitrogen removal in a structured-bed reactor (SBRRIA) treating sewage: Operating conditions and metabolic perspectives. **Journal of Environmental Management**. v. 224, p. 19-28, 2018.
- ZHANG, F.; LI, P.; CHEN, M.; WU, J.; ZHU, N.; WU, J.; ZHU, N.; WU, P.; CHIANG, P.; HU, Z. Effect of operational modes on nitrogen removal and nitrous oxide emission in the process of simultaneous nitrification and denitrification. **Chemical Engineering Journal**. v. 280, p. 549-557, 2015.