

TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO OPERADO COM DIFERENTES TEMPOS DE DETENÇÃO HIDRÁULICO (TDH)

Camila Zoe Correa¹

Camila Souza Azevedo²

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates³

Deize Dias Lopes⁴

Ana Claudia Barana⁵

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho de um reator aeróbio de leito estruturado de fluxo ascendente, utilizado no tratamento de esgoto doméstico, quando submetido a diferentes tempos de detenção hidráulico (TDH). O reator de leito estruturado teve como meio suporte estruturas cilíndricas de espuma de poliuretano que ocuparam cerca de 28% do seu volume total. Foi alimentado com esgoto doméstico in natura advindo do tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia). Neste foram estudadas três Fases experimentais, com diferentes TDH: 22h (Fase I), 18h (Fase II) e 24h (Fase III), sendo estas operadas com aeração contínua e uma taxa de recirculação de três vezes a vazão de entrada. Durante a operação do sistema foram realizadas análises para determinação do pH, alcalinidade, Demanda Química de Oxigênio (DQO), série de nitrogênio e sólidos. O maior percentual de remoção de NKT foi de $92\pm 0,1\%$ e $N-NH_4^+$ de $86\pm 19\%$, sendo estes obtidos na Fase III, já o percentual de remoção de DQO_T foi acima de 80% em todas as Fases. Dos resultados aponta-se que as condições estudadas não influenciaram na remoção de matéria orgânica, porém em termos de remoção de nitrogênio observou-se que os TDH mais altos favoreceram o processo de nitrificação.

Palavras-chave: Nitrificação; Material Suporte; Reator aeróbio; Esgoto sanitário

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.

⁵ Prof. Dr. Universidade Estadual de Ponta Grossa – Departamento de Engenharia de Alimentos, acbarana@uepg.br

INTRODUÇÃO

No Brasil apenas 43% da população possui o seu esgoto coletado e tratado, sendo o tratamento utilizado aplicado com o objetivo remover sólidos, matéria orgânica, patógenos e apenas em circunstâncias especiais, nutrientes, como o nitrogênio, porém este macronutrientes quando lançado em corpos hídricos pode trazer sérios prejuízos ao meio ambiente (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017)

Com o objetivo de remover matéria orgânica e nitrogênio na mesma unidade operacional, diferentes configurações de reatores foram e estão sendo desenvolvidas. Um dos modelos de reatores biológicos que vem alcançando bons resultados em termos de remoção destes contaminantes, é o reator de leito estruturado de fluxo contínuo. Este reator obteve percentuais médios de remoção de matéria orgânica e nitrogênio acima de 70%, quando utilizado no tratamento de esgoto doméstico (CORREA et al., 2016; MOURA et al., 2018).

Com base nos resultados satisfatórios demonstrados na literatura em relação a utilização desta configuração de reator, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de um reator deste modelo, quando operado com fluxo ascendente, recirculação e diferentes TDH, no tratamento de esgoto doméstico para a remoção de matéria orgânica e nitrogênio.

METODOLOGIA

O esgoto doméstico utilizado neste experimento foi coletado da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR/PR) sendo as coletas realizadas após o tratamento preliminar. A instalação experimental foi composta por um reator de leito estruturado com fluxo contínuo, com volume total de 13 L, sendo 28% do seu leito preenchido com material suporte, como no trabalho de Correa et al. (2016).

O reator foi alimentado com esgoto doméstico utilizando uma bomba magnética de deslocamento positivo (ProMinent modelo GALA). Para aeração foi utilizada uma bomba (Marca BIG ALFA A230) ligada a pedras porosas que forneceu ao reator uma vazão de ar de aproximadamente 4,0 L/min. Durante toda sua operação o efluente nitrificado foi

recirculado a uma taxa de três vezes a vazão de entrada ($Q_{Re} = 3Q$), sendo esta recirculação realizada por meio de uma bomba da mesma marca e modelo da de alimentação.

A biomassa em suspensão e aderida foi desenvolvida *in loco* do próprio esgoto doméstico que foi alimentado no sistema. Nesta fase de adaptação o reator foi operado com TDH de 58 h, aeração contínua e recirculação do efluente. Após 33 dias de operação foi obtido remoção de 100% do $N-NH_4^+$ afluente, e dado início as Fases experimentais.

O sistema foi operado com três Fases diferentes: I (TDH: 22 horas – Duração: 28 dias); II (TDH: 18 horas – Duração: 25 dias) e III (TDH 20 horas – Duração: 20 dias). Durante as Fases propostas a aeração foi mantida constante e o sistema operou sob temperatura ambiente.

Foram realizadas análises físico-químicas no esgoto doméstico afluente e efluente ao reator para determinação do pH; alcalinidade total; temperatura; Demanda Química de Oxigênio, sendo esta total (DQO_T) e filtrada (DQO_F); série de nitrogênio (Nitrogênio Kjeldahl Total- NKT, $N-NH_4^+$, nitrito- $N-NO_2^-$ e nitrato- $N-NO_3^-$ e série de sólidos. Estas análises foram realizadas três vezes por semana seguindo a metodologia proposta no Standards Methods for the Examination of Water e Wastewater (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH afluente ao reator nas Fases estudadas variou de 7,5 a 8,1 e o efluente ficou entre 6,7 e 7,2. Mesmo os valores médios de alcalinidade afluente, serem relativamente altos para esgoto doméstico, média de 403 ± 108 mg $CaCO_3/L$, durante a operação do reator para o TDH de 22 (Fase I) e 18 horas (Fase II) foi necessária a adição de fonte externa de alcalinidade, afim de manter o pH dentro da faixa considerada como adequada para o processo de nitrificação, entre 7 – 8 (PAREDES et al., 2007).

Na Tabela 1 são apresentados valores médios da série de nitrogênio do afluente (Af) e efluente (Ef) ao reator. Observa-se do apresentado nesta Tabela, que com o aumento do TDH, aumentou-se o percentual de remoção de NKT e $N-NH_4^+$, sendo o maior percentual de remoção destes compostos obtidos na Fase III.

As bactérias nitrificantes em sua maioria são organismos de lento desenvolvimento, o que permite que sejam levados facilmente do sistema, prejudicando a

remoção de nitrogênio, além de perderem espaço facilmente para outros organismos, como os heterotróficos aeróbios, de rápido desenvolvimento. Segundo Van Benthum et al. (1997) maiores TDH possibilitam a coexistência de bactérias nitrificantes e heterotróficas no reator, o que favorece o processo de remoção de matéria orgânica e nitrificação no sistema.

Tabela 1. Valores médios de NKT, N-amoniaco, nitrato e nitrito do afluente e efluente nas fases: I (TDH 22 h), II (TDH 18 h) e III (TDH 24 h) estudadas

Fase	NKT (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)	% Remoção	
	Af	Ef	Af	Ef	Ef	Ef	NKT	N-NH ₄ ⁺
I	87±14	13±13	55±19	13±10	0,7±0,1	43±5	85±15	78±17
II	98±16	35±9	71±10	36±16	-*	-*	64±12	64±11
III	65±10	5±10	66±25	7±11	0,1±0,1	55±1	92±0,1	86±19

Observação: não foram obtidos resultados de N-oxidado nesta Fase, devido a problemas operacionais

Outro fator importante a ser analisado para favorecer o crescimento dos organismos nitrificantes é a relação C/N presente no meio. Nesta pesquisa esta relação foi de 4, 3 e 2 nas Fases I, II e III respectivamente. Fu et al. (2009) apontam em sua pesquisa que a capacidade de nitrificação é incrementada com a redução da relação C/N.

Dos resultados de N-NO₂⁻ e N-NO₃⁻ apresentados na Tabela 1, nota-se no reator não houve acúmulo de N-NO₂⁻, sendo a maior parte do N-NO₂⁻ formado pelas Bactérias Oxidadoras de Amônia (BOA) convertido a nitrato pelas Bactérias Oxidadoras de Nitrito (BON).

O percentual de remoção de DQO_T foi de 86±9, 85±5 e 80±1 nas Fases I, II e III respectivamente. Já o percentual de remoção de DQO_F foi de 70±14 na Fase I, 77±7 na Fase II e 71±1 na Fase III. Os valores de DQO_T (Fase I: 60±10 mg.L⁻¹; Fase II: 44±23 e Fase III: 34±1) e DQO_F (Fase I: 55±25 mg.L⁻¹; Fase II: 56±39 e Fase III: 25±1) efluentes foram praticamente iguais, independente da condição analisada. Isto se deve a remoção e/ou retenção quase total dos sólidos no reator, resultando em baixas concentrações de sólidos em suspensão voláteis (SSV - abaixo de 30 mg/L).

CONCLUSÕES

Dos resultados pode-se concluir que o processo de nitrificação é influenciado pelas diferentes Fases estudadas, sendo os maiores percentuais de remoção de NKT e $N-NH_4^+$ obtido no TDH de 24 horas. Já a remoção de matéria orgânica não é influenciada, sendo obtidas baixas concentrações de DQO_T e DQO_F no efluente tratado, com elevada retenção de biomassa no reator, com baixas concentrações de SSV no efluente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.

AHN Y.H. Sustainable nitrogen elimination biotechnologies: A review. **Process Biochemistry**, v. 41, p.1709–1721, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, D.C; 2012.

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.

FU B, LIAO X, DING L, REN H. Characterization of microbial community in an aerobic moving bed biofilm reactor applied for simultaneous nitrification and denitrification. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 26, n. 11, p.1981- 1990, 2010.

MOURA, R. B., SANTOS, C.E.D., OKADA, D.Y., MARTINS, T.H., 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.

PAREDES D, KUCHK P, MMBWETTE TSA, STANGE F, MULLER RA, KOSER H. New Aspects of Microbial Nitrogen Transformations in the Context of Wastewater Treatment – A Review. **Eng. Life Sci.**, v. 7, n.1., 2007.

VAN BENTHUM, W. A. J, VAN LOOSDRECHT, M. D. M., HEIJNEN, J. J. Control of heterotrophic layer formation on nitrifying biofilms in a biofilm airlift suspension reactor. **Biotechnol Bioeng.**, v.53, n. 4, p. 397–405, 1997.