

INFLUÊNCIA DO CHOQUE HIDRÁULICO NO DESEMPENHO DE UM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO

Camila Zoe Correa¹

Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi²

João Vitor Nunes de Oliveira³

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates⁴

Deize Dias Lopes⁵

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

Resumo

Reatores de leito estruturado são uma alternativa interessante para o tratamento de efluentes com elevada carga orgânica por operarem com biomassa aderida e em suspensão, elevando seu potencial de tratamento. Este artigo buscou avaliar a influência do choque hidráulico no desempenho de um reator de leito estruturado tratando efluente da indústria de laticínios. O reator foi estudado em diferentes condições operacionais e após 923 dias de operação foi submetido a uma carga de $2,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$, sendo operado por mais 77 dias. Após este período foi submetido a um choque hidráulico, por meio do aumento repentino da vazão de $0,11 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ para $1,1 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ por um período de 5 horas. A perda de biomassa ($\text{mgSSV} \cdot \text{L}^{-1}$) foi monitorada a cada hora, e avaliou-se a eficiência de remoção de nitrogênio total e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Verificou-se que 1 hora após o aumento da vazão houve elevada perda de biomassa do reator ($76 \text{ mgSSV} \cdot \text{L}^{-1}$). No entanto, após 1 hora deste pico a concentração de SSV no efluente foi reduzida e estabilizou em $44 \text{ mgSSV} \cdot \text{L}^{-1}$, próximo ao valor anterior ao choque hidráulico. A remoção de DQO e nitrogênio foi de $91 \pm 3\%$ e $44 \pm 18\%$, respectivamente, semelhante a eficiência do reator anteriormente. Dessa forma, constatou-se que o choque hidráulico não afetou a eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrogênio no reator de leito estruturado, não sendo a perda de biomassa expressiva.

Palavras-chave: Efluente de laticínios; choque hidráulico; biomassa; remoção de nitrogênio.

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

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

³Aluno do Curso de graduação em Engenharia Civil – Departamento de Construção Civil, oliveira.jvn@gmail.com

⁴Prof. Dr^a. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Engenharia Ambiental, kprates@utfpr.edu.br

⁵Prof. Dr^a. Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Construção Civil, dilopes@uel.com.

INTRODUÇÃO

No processamento do leite é gerada significativa quantidade de efluentes, cerca de 0,2 a 10 L por litro de leite processado, sendo este efluente altamente poluidor, em razão das altas concentrações de matéria orgânica (3.000 a 60.000 mg.L^{-1}), sólidos suspensos totais (135 a 8500 mg.L^{-1}) e nutrientes, sendo necessária a remoção destes constituintes para o seu lançamento sem impactos ao meio ambiente (KUSHWAHA et al., 2010). Com este objetivo, diversas configurações de reatores foram e vem sendo estudadas. Um destes modelos, é o reator de leite estruturado, que agrega as características positivas de um sistema operado com biomassa aderida e em suspensão, o que aumenta o seu potencial de tratamento.

Devido a elevada quantidade de efluentes gerados na indústria de processamento de leite e da falta de estudos relacionados ao comportamento do reator de leite estruturado em condições de pico de fluxo, objetiva-se com o esse trabalho avaliar a influência do choque hidráulico no desempenho de um reator de leite estruturado, utilizado no tratamento de efluente de laticínios.

METODOLOGIA

A instalação experimental foi composta por um reator de leite estruturado operado em escala de bancada, montado no laboratório de Saneamento da Universidade Estadual de Londrina - PR. O reator possuía um volume total de 2,27L e volume útil de 1,8L. Como material suporte foram utilizadas 4 espumas cilíndricas de poliuretano com 1,5 cm de diâmetro cada, estruturadas utilizando hastes de Policloreto de Vinila (PVC). O efluente utilizado durante o experimento, para alimentar o sistema, foi proveniente de uma indústria de processamento de leite que produz leites, queijos e iogurtes, situada na região norte do Estado do Paraná.

O reator foi operado a temperatura ambiente, com fluxo contínuo, tempo de

detenção hidráulico (TDH) de 16 horas e aeração intermitente (AI) (2 horas aerando (AE)/ 1 hora com a aeração desligada (NA)). Os ciclos de AI foram controlados por um timer instalado junto a bomba de aeração.

Durante a operação do reator, os parâmetros físico-químicos foram monitorados segundo os procedimentos descritos em APHA (2012). Duas vezes por semana foram realizadas análises de: pH (4500-H B); alcalinidade total (2320 B); Demanda Química de Oxigênio (DQO - 5220 D); N-amoniaco- NH_4^+ (4500- NH_3 B/C); nitrito- N-NO_2^- (4500- NO_2 B); nitrato- N-NO_3^- (4500- NO_2 B). Foram monitorados semanalmente: Sólidos em Suspensão Voláteis - SSV (2540 E) e Nitrogênio Total Kjeldahl - NTK (4500 - N_{org} /4500- NH_3 C - Kjeldahl).

O reator foi estudado em diferentes condições operacionais e após 923 dias de operação foi submetido a uma carga de $2,0 \text{ kg.m}^{-3}.\text{d}^{-1}$, sendo operado por mais 77 dias. Após este período foi submetido a um choque hidráulico.

O choque hidráulico foi obtido por meio do aumento repentino da vazão de $0,11 \text{ L.h}^{-1}$ para $1,1 \text{ L.h}^{-1}$ por um período de 5 horas. Este aumento expressivo buscou diminuir o TDH de 16 horas para 1,6 horas, simulando condições de pico de fluxo. Ao longo do choque foram coletadas amostras a cada hora para o monitoramento da perda de SSV (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios e desvio padrão dos parâmetros monitorados no sistema ao longo do tempo de operação do reator.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos parâmetros pH, alcalinidade, série de nitrogênio (NKT, Amônia (N-NH_4^+), Nitrito (N-NO_2^-) e Nitrito (N-NO_3^-)), eficiência de nitrificação, desnitrificação e remoção de nitrogênio total obtidos ao longo do período de operação do reator.

Amostra	pH	Alcalinidade ($\text{mgCaCO}_3.\text{L}^{-1}$)	DQO _T	NKT	N- NH_4^+	N- NO_2^-	N- NO_3^-	Remoção DQO	Remoção de NT
					mg.L ⁻¹				
Afluente	6,4±0,3	231±92	1273±207	57±21	10±9	*ND	*ND		
Efluente	8,3±0,2	496±105	113±43	28±7	20±17	1,2±0,8	1,8±1,3	91±3%	44±18%

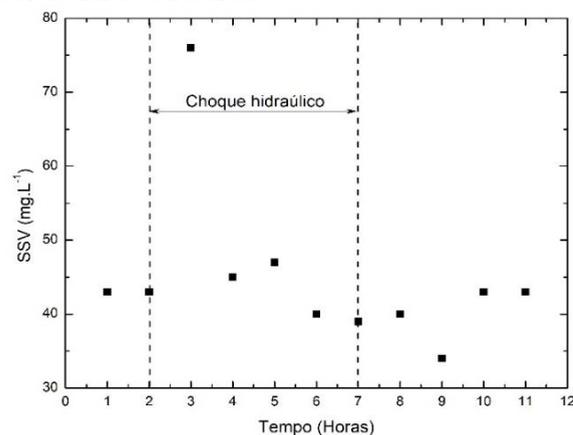
*Não detectado.

Da concentração de nitrogênio apresentada na Tabela 1, constata-se que no reator ocorreu o processo de nitrificação e desnitrificação simultânea (NDS), não havendo acúmulo das formas oxidadas de nitrogênio. Porém, a remoção média de NT ficou abaixo de 50%, sendo este percentual possivelmente influenciado pela baixa oxidação da $N-NH_4^+$.

Quando objetiva-se o processos de nitrificação e desnitrificação em uma mesma unidade operacional, os organismos heterotróficos podem se tornar dominantes, devido a sua elevada taxa de crescimento em detrimento aos autotróficos, o que pode fazer com que estes sejam mantidos em camadas inferiores do biofilme e dos flocos onde a concentração de OD é menor, o que por consequência acaba limitando consideravelmente o processo de nitrificação (ZOPPAS et al., 2016).

Na Figura 1 são as apresentadas as concentrações de Sólidos em Suspensão Voláteis (SSV) monitoradas no efluente antes, ao longo e após o choque hidráulico. Observa-se que 1 hora após o aumento da vazão houve elevada perda de SSV do reator, o que indica perda da biomassa. Porém, 1 hora após este pico a concentração já diminuiu ficando próxima ao valor obtido ao longo dos 77 dias de monitoramento do sistema de tratamento (44 mgSSV.L^{-1}).

Figura 1 - Concentração de sólidos em suspensão voláteis (SSV) obtidos antes, durante e após o choque hidráulico no reator de leito estruturado.



Após 24 horas do choque hidráulico foram feitas todas as análises físico-químicas realizadas para o monitoramento da eficiência do sistema de tratamento. Os resultados indicaram que o sistema voltou a sua fase estacionária, com valores próximos aos obtidos

constantemente no reator ($\text{pH} = 8,5$; Alcalinidade = $490 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{DQO}_T = 110 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{NKT} = 22 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{N-NH}_4^+ = 21 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{N-NO}_2^- = 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e $\text{N-NO}_3^- = 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), o que indica que o aumento da velocidade do fluxo não prejudicou significativamente a biomassa ativa.

Satwat (2018) relata que ao aplicar o choque hidráulico em um reator de leito móvel, com inserção de microrganismos eficientes (EM), não foi constatada diminuição na eficiência de remoção de NT em seu sistema. Ele explica que mesmo ocorrendo a lavagem de parte do biofilme do material suporte, esta não foi significativa, visto que o biofilme presente neste era espesso inicialmente, não afetando a eficiência do sistema de tratamento.

CONCLUSÕES

Constata-se que o choque hidráulico não afetou a eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrogênio no reator de leito estruturado, utilizado no tratamento de efluentes de laticínios, o que indica que o biofilme presente no mesmo era espesso e que a perda de biomassa decorrente do aumento da vazão não foi expressiva a ponto de comprometer o sistema de tratamento.

REFERÊNCIAS

APHA. (2012). **STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**. WASHINGTON: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.

KUSHWAHA, J. P.; SRIVASTAVA, V. C.; MALL, I. D. ORGANICS REMOVAL FROM DAIRY WASTEWATER BY ELECTROCHEMICAL TREATMENT AND RESIDUE DISPOSAL. **SEPARATION AND PURIFICATION TECHNOLOGY**, v. 76, p. 198–205, 2010.

SAFWAT, S. M. PERFORMANCE OF MOVING BED BIOFILM REACTOR USING EFFECTIVE MICROORGANISMS. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 185, p. 723-731, 2018.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUIZZI, A. PARÂMETROS OPERACIONAIS NA REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO DE ÁGUAS POR NITRIFICAÇÃO E DESNITRIFICAÇÃO SIMULTÂNEA. **Eng Sanit Ambient**, v.21, n.1, p. 29-42, 2016.