

REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E NITROGÊNIO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM REATOR DE LODO ATIVADO SUBMETIDO À AERAÇÃO INTERMITENTE

Kely Dayane Silva do Ó¹
Catarina Simone Andrade do Canto²
Maria Célia Cavalcante de Paula e Silva³
Valderi Duarte Leite⁴
José Tavares de Sousa⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um reator de aeração intermitente na remoção de matéria orgânica e nitrogênio de um esgoto doméstico. O reator de lodos ativados apresentava um volume total de 60 L, volume de sedimentação de 25 L e tempo de retenção celular de 12 dias. O sistema apresentou elevada eficiência de remoção de matéria orgânica em termos de DQO (90%), com valores médios no afluente e efluente de 980 mg/L⁻¹ e 96 mg/L⁻¹, respectivamente. Já os valores médios de N-NTK para o afluente foi de 107 mg/L⁻¹ e para o efluente foi 21 mg/L⁻¹, resultando em uma eficiência média de remoção de 80%. Os resultados da atividade nitrificante e desnitrificante foram condizentes com valores encontrados na literatura para sistemas que operam com remoção simultânea de matéria orgânica e nitrogênio. Ademais, os resultados obtidos permitiram considerar que o reator de lodos ativados (RLA) pode ser considerado uma alternativa tecnicamente viável para remoção de matéria orgânica e nitrogênio de esgotos domésticos.

Palavras-chave: Remoção de matéria orgânica e nitrogenada; Lodos ativados; Esgoto doméstico.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual de Paraíba - UEPB; kely.dayane@hotmail.com

² Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual de Paraíba - UEPB; csacanto@hotmail.com

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual de Paraíba - UEPB; celia_romulo@hotmail.com

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual de Paraíba - UEPB; mangabeiraleite@gmail.com

⁵ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual de Paraíba - UEPB; tavaresuepb@gmail.com (Orientador)

1. INTRODUÇÃO

O lançamento em corpos aquáticos de esgotos de origem doméstica sem tratamento e contendo matéria orgânica, substâncias tóxicas, organismos patogênicos e nutrientes acarreta diversos danos ao ambiente e à saúde pública, além de levar à eutrofização dos corpos hídricos (HENRIQUE et al., 2014). Esse impacto ambiental é causado principalmente pelo aporte de fósforo e nitrogênio, favorecendo a proliferação de cianobactérias que produzem toxinas, as quais promovem doenças (TUNDISI et al., 2006).

Diante de tais problemas, tornou-se necessário o desenvolvimento de sistemas terciários de tratamento de esgoto, isto é, sistemas que além de removerem sólidos sedimentáveis (tratamento primário) e material orgânico (tratamento secundário), também possam remover nitrogênio (via os processos de nitrificação e desnitrificação) e fósforo (precipitação ou biodesfosfatação) (VAN HAANDEL; MARAIS, 1999).

Os avanços tecnológicos no setor de saneamento básico têm gerado alternativas para o tratamento de esgotos. Os sistemas aeróbios de tratamento apresentam-se como a principal tecnologia utilizada tanto para tratamento de esgotos domésticos como industriais, devido a excelente qualidade do efluente gerado, com baixas concentrações de DBO, DQO, sólidos em suspensão e a possibilidade de remoção de nutrientes. Como exemplo deste tipo de sistema, cita-se o sistema de tratamento por lodos ativados, que é amplamente utilizado para o tratamento biológico de águas residuárias pela alta eficiência na remoção de material carbonáceo e capacidade de remoção de nutrientes.

Segundo Lan et al. (2011), a possibilidade de variação dos parâmetros operacionais de reatores de lodos ativados permite a alternância, em uma mesma unidade, de ambientes aeróbios e anaeróbios que possibilitam a uma grande flexibilidade de configurações, bem como a remoção de matéria orgânica e nutrientes. Desta forma, o tratamento de esgotos domésticos visa reduzir o teor de impurezas de tal modo que os produtos e subprodutos finais podem ser reutilizados ou devolvidos de forma adequada ao meio ambiente sem caracterizar alterações negativas, ou seja, mantendo o equilíbrio natural do meio. Neste aspecto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de um reator de lodos ativados de aeração intermitente na remoção conjunta de matéria orgânica e nitrogênio presentes em esgoto doméstico.

2. METODOLOGIA

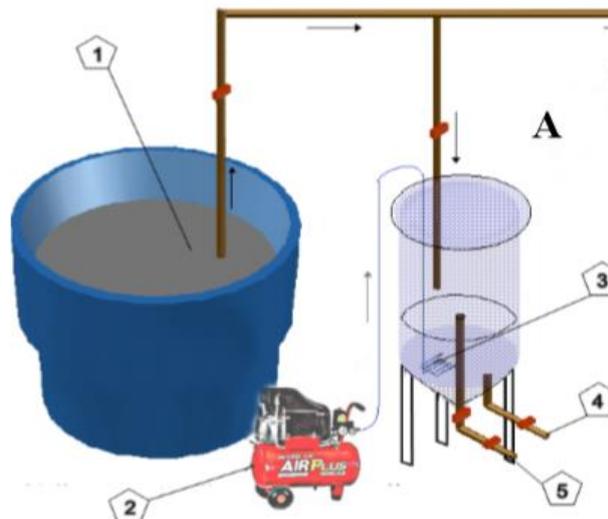
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXPERIMENTAL E LOCAL DA PESQUISA

O sistema experimental foi instalado e monitorado na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada no município de Campina Grande (PB), com coordenadas geográficas de 07°14'22''S e 35°53'05''W e altitude de 550 m.

O esgoto a ser tratado era proveniente de um conjunto habitacional vertical de doze pavimentos localizado nas proximidades da EXTRABES. O esgoto era bombeado através de um conjunto motor-bomba para um tanque de equalização próximo ao reator. A partir deste, o esgoto era encaminhado por meio de uma bomba modelo ANAUGER 700 5G, com potência de 450 watts, para o reator.

O aparato experimental utilizado foi constituído por uma caixa de alimentação, um reator de lodos ativados de fluxo intermitente denominado (RLA F1) (Figura 1).

Figura 1. Esquema do reator de lodo ativado (RLA FI)



Legenda: (1) tanque de equalização; (2) compressor; (3) dispositivo de pedras porosas; (4) saída do lodo de excesso e (5) saída de efluente.

Para a aeração foi utilizado um dispositivo de pedras porosas localizado no fundo do reator e ligado a um compressor (Air Plus MSI 8,5/25, com 2 HP de potência e volume do reservatório de ar de 25 L), que distribuía de forma homogênea o oxigênio injetado.

O sistema experimental foi operado em um único ciclo operacional de 24 h, sendo: 5 minutos de enchimento; 3 horas de aeração, 2 horas de fase anaeróbia, seguidas por mais 2 horas de aeração e 1 hora de anaerobiose sucessivamente. Finalmente, o período de decantação era de 50 minutos e o de descarte de 5 minutos (Tabela 1).

Tabela 1. Ciclo experimental utilizado no sistema RLA

| Único ciclo | Duração (hora) |
|--------------------|-----------------------|
| Alimentação | 0,25 |
| Aeração | 3 |
| Anaeróbio | 2 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Aeração | 2 |
| Anaeróbio | 1 |
| Descarte | 0,25 |
| Aeração | 3 |
| Anaeróbio | 1 |
| Total | 24 |

O reator de lodos ativados de fluxo intermitente (RLA) foi projetado para tratar esgoto doméstico com vazão diária de 60 L/d. Foi construído de material de fibra de vidro, na forma cilíndrica, apresentando volume útil de 60 L. A idade do lodo foi de 12 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros operacionais relevantes do sistema experimental

| Parâmetros | RLA |
|---|------------|
| TRC (dias) | 12 |
| Ciclo (dia ⁻¹) | 1 |
| Volume útil (L) | 60 |
| Volume de esgoto bruto tratado (L.dia ⁻¹) | 60 |
| Volume utilizado para sedimentação (L) | 25 |

2.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O desempenho do reator foi avaliado por meio de análises físicas e químicas. Para tais análises foram coletadas amostras semanalmente do esgoto bruto (afluente) e do efluente gerado. As análises físico-químicas foram executadas durante o experimento de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2012), com exceção das análises de $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$, que foram realizadas por Cromatografia de Íons (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros operacionais do Cromatógrafo de Íons

| Parâmetro | Cátions | Ânions |
|------------------------|--|--|
| Coluna | CS 12 A | AS 23 |
| Pré-coluna | CG 12 A | AG 23 |
| Eluente | 22 mM H_2SO_4 | 4,5 mM Na_2CO_3 / 0,8 mM $NaHCO_3$ |
| Vazão efluente | 0,25 mL/min | 0,25 mL/min |
| Volume amostra | 25 μ L | 25 μ L |
| Pressão (pré e coluna) | \leq 1650 psi | \leq 2100 psi |
| Detector | DS6 Heated Conductivity Cell; cte. da célula: 149,63 | DS6 Heated Conductivity Cell; cte. da célula: 158,94 |
| Condutividade esperada | \leq 2 μ S | 20 - 22 μ S |
| Supressora | CSRS 2 mm | ASRS 2 mm |
| Corrente da supressora | 15 mA | 7 mA |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da concentração da matéria orgânica presente no esgoto bruto, em termos de DQO total, foram de 980 $mg.L^{-1}$ (afluente) e 96 $mg.L^{-1}$ (efluente) (Figura 2), resultando em uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 90%. Estes resultados estão em consonância com o observado por Oliveira Neto e Zaiat (2012), que obtiveram uma eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 90% quando utilizaram um reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo no tratamento de uma água residuária doméstica.

O resultado obtido neste trabalho, em termos de remoção de DQO, também está de acordo com o obtido no trabalho de Moura et al. (2012). Estes autores trabalharam com reatores de lodo ativado com períodos de 2 horas de aeração seguidas de 1 hora sem aeração,

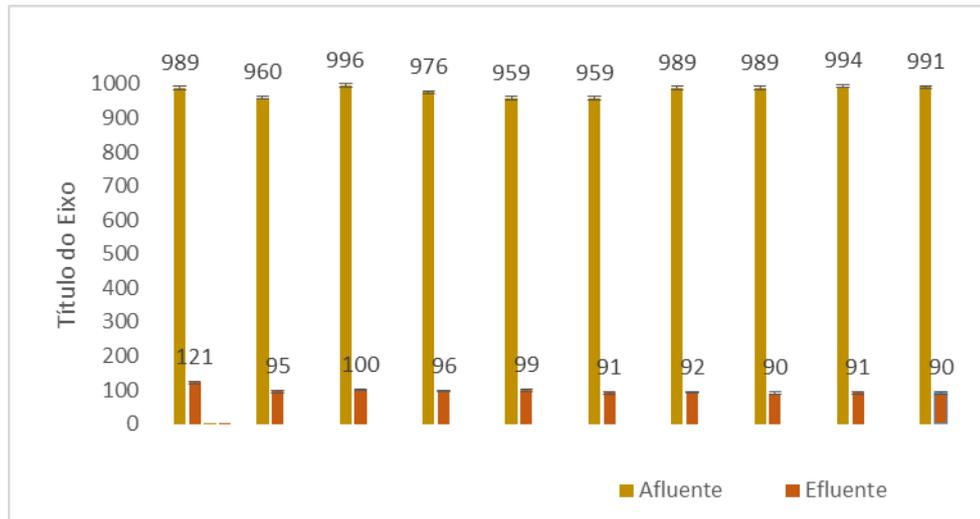
(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br

alimentados com esgoto sanitário sintético e conseguiram eficiências de 85 e 90 % de remoção de DQO com o TDH variando entre 12 e 8 horas.

Figura 2. Remoção de matéria orgânica em termos de DQO afluente e do efluente



Com relação à remoção de material nitrogenado, o sistema apresentou uma eficiência média de remoção de 80% (em termos de NTK; Tabela 4), indicando que a nitrificação ocorreu de forma efetiva no sistema. Este resultado está de acordo com o obtido por Santos (2014), que operou um reator alimentado com esgoto sintético com períodos de aeração e não aeração iguais a 2 e 1 hora, respectivamente, e com TRC de 12 dias. Neste trabalho, foram obtidas eficiências de remoção de N-NTK de 84,6%.

Em se tratando das formas oxidadas de nitrogênio, a remoção não ocorreu de forma efetiva, já que o valor médio de $N-NO_3^-$ no efluente gerado foi de $10,7 \text{ mg/L}^{-1}$, valor próximo ao permitido pela Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 que é de 10 mgN/L^{-1} . Vale ressaltar, contudo, que a concentração de nitrato efluente encontrada neste trabalho está de acordo com o valor encontrado por Henrique et al.(2010), que operando um reator de lodos ativados, com TRC de 20 dias, obtiveram um efluente final contendo $9,1 \text{ mg/L}^{-1}$ de $N-NO_3^-$.

Tabela 4. Valores médios das variáveis analisadas nos afluentes e efluentes e eficiências médias obtidas, utilizando-se esgoto doméstico bruto

| Parâmetros | EB | | | Efluente | | | Eficiência (%) |
|---------------------------------|-----------|-------|----------|-----------|-------|----------|----------------|
| | \bar{x} | \pm | δ | \bar{x} | \pm | δ | |
| pH | 7,48 | | - | 7,15 | | - | - |
| N-NTK | 107 | | 4,5 | 21 | | 2,8 | 80 |
| N-NH ₄ ⁺ | 78 | | 4 | 4 | | 1,3 | - |
| N-NO ₂ ⁻ | | - | | 1 | | - | - |
| N-NO ₃ ⁻ | | - | | 10,7 | | 0,8 | - |
| Pt | 14,45 | | 0,8 | 6,25 | | 0,7 | 57 |
| P-PO ₄ ³⁻ | 9,78 | | 0,3 | 4,64 | | 0,4 | 52 |

Número de determinações: 10; EB: Esgoto bruto doméstico; NTK: Nitrogênio Total Kjeldah; concentrações em mg.L⁻¹.

4. CONCLUSÃO

A tecnologia de reatores que utilizam aeração intermitente é uma variável do sistema de lodos ativados convencional que permite intercalar as fases anaeróbias e aeróbias favorecendo, assim, as condições necessárias para o sucesso da remoção de material carbonáceo e nutrientes. A remoção de matéria orgânica em termos de DQO apresentou resultados satisfatórios com 90 % de eficiência, enquanto que a remoção de N-NTK foi alcançada com tempo de retenção celular de 12 dias, apresentando eficiência 80%.

5. REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. 22th. Washington: Public Health Association, 2012.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas esgotos: despoluição de 64 bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, Atlas de saneamento, p. 92, 2017.

HENRIQUE, N.S.; SOUSA, T.J; CEBALLOS, O.S.B; BRASIL, P. D. Remoção biológica de fósforo em reatores em bateladas sequenciais com diferentes tempos de retenção de sólidos. **Revista Eng Sanit Ambient.** v.15 n.2 ,p. 197-204, 2010.

LAN, C.J.; KUMAR, M.; WANG, C.C.; LIN, J.G. Development of simultaneous partial nitrification, anammox and denitrification (SNAD) process in a sequential batch reactor. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 9, p. 5514-5519. 2011.

OLIVEIRA NETO, A. P.; ZAIAT, M. Treatment of domestic sewage in an anaerobic- aerobic fixed-bed reactor with recirculation of the liquid phase. **Clean-Soil Air Water**, v, 40, n .9, Sep, p . 965-971.

MOURA, R. B.; DAMIANOVIC, MH. R.Z.; FORESTI, E. Nitrogen and carbon removal from sythetic wastewater in a vertical structured-bed reactor under intermittent aeration. **Journal of Enviromental Management**, v. 98, May , p. 163-167, 2012.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ABE, D.S.; ROCHA, O.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. **In: Águas doces no Brasil**. Escrituras. 3ª edição. São Paulo. p. 203-237. 2006.

VAN HAANDEL, A. C.; MARAIS, G. O (1999) Comportamento do sistema de lodo ativado. Epgraf. Campina Grande, PB.