

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA COMBINADO ANAERÓBIO-AERÓBIO NA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DA VINHAÇA

JAÍZA R. M. E SILVA¹, FÁTIMA R. L. FIA², RONALDO FIA³, ANA C. DE C. NOGUEIRA⁴,
CLÁUDIO M. M. CAMPOS⁵

¹ Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária, Depto. de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG, Fone: (031) 9239.6962, jaizasilva@engambiental.ufla.br.

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

³ Eng. Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

⁴ Eng. Agrícola, Mestre em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

⁵ Eng. Civil, Prof.PhD, Depto. de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG.

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar o desempenho de dois reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) em série, seguidos por biofiltro aerado submerso (FBS) na remoção de nitrogênio da vinhaça. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Os reatores UASB foram construídos em acrílico, com volume útil de 16 litros, possuindo no topo um separador de fases. O FBS também foi montado em acrílico, com volume útil de 13,5 litros. O sistema foi monitorado durante 211 dias de monitoramento, sendo que as cargas orgânicas volumétricas (COVs) e os tempos de detenção hidráulica (TDHs) aplicados nos reatores UASB1, UASB2 e FBS foram de 7,7 kg m⁻³ d⁻¹ e 1,2 d; 4,6 kg m⁻³ d⁻¹ e 1,2 d; 4,7 kg m⁻³ d⁻¹ e 1,0 d (Fase I); 3,6 kg m⁻³ d⁻¹ e 2,1 d; 1,7 kg m⁻³ d⁻¹ e 2,1 d; 1,0 kg m⁻³ d⁻¹ e 1,8 d (Fase II). As maiores eficiências de remoção de nitrogênio (NTK) foram observadas na Fase II, com exceção do UASB2, quando as eficiências alcançaram valores de 50% e 54% para UASB1 e FBS, respectivamente. Nesta fase, a eficiência do sistema (UASB1+UASB2+FBS) foi bastante satisfatória, atingindo um valor de 81%.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento biológico, reator UASB, biofiltro

EVALUATION OF A SYSTEM COMBINED ANAEROBIC-AEROBIC NITROGEN REMOVAL
IN THE VINASSE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the performance of two anaerobic sludge blanket (UASB) in series, followed by submerged aerated biofilter (FBS) in nitrogen removal from vinasse. The experiment was conducted at the Laboratory of Analysis of Water Engineering Department, Federal University of Lavras, Minas Gerais. The UASB reactors were built in acrylic, with working volume of 16 liters, having topped with a phase separator. The FBS was also mounted in acrylic, with working volume of 13.5 liters. The system was monitored for 211 days monitoring, and volumetric organic loads (VOCs) and hydraulic retention time (TDHS) applied in reactors UASB1, UASB2 FBS and were 7.7 kg m⁻³ d⁻¹ and 1.2 d; 4.6 kg m⁻³ d⁻¹ and 1.2 d; 4.7 kg m⁻³ d⁻¹ and 1.0 d (Phase I); 3.6 kg m⁻³ d⁻¹ and 2.1 d; 1.7 kg m⁻³ d⁻¹ and 2.1 d; 1.0 kg m⁻³ d⁻¹ and 1.8 d (Phase II). The highest removal efficiency of nitrogen (TKN) were observed in Phase II, with the exception of UASB2, where the efficiencies reached values of 50 % and 54% for UASB1 and FBS, respectively. At this stage, system efficiency (UASB1+UASB2+FBS) was quite satisfactory, reaching a value of 81%.

KEYWORDS : biological treatment , UASB , biofilter

INTRODUÇÃO: Para as indústrias que utilizam grandes quantidades de água, tais como as do setor sucroalcooleiro, é fundamental tratar e reutilizar seus efluentes. Desta forma, tem sido sugerida a aplicação da vinhaça no solo, como fonte de nutrientes para as culturas. Porém, a disposição inapropriada pode levar a contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Associado a este fato, verifica-se que os padrões de descarga aplicados às agroindústrias são muitas vezes rigorosos e abaixo dos níveis que podem ser alcançados com tecnologias de tratamento biológico convencionais. No Brasil, os processos anaeróbios empregados em sistemas de tratamento de efluentes são comumente utilizados devido às diversas vantagens que apresentam, quando comparados aos aeróbios. Porém, esses sistemas quando utilizados individualmente para tratamento de águas residuárias agroindustriais produzem efluentes com concentrações de nutrientes (N e P) acima do valor permitido pela legislação. O uso combinado dos processos anaeróbio e aeróbio apresenta grande potencial para tratamento dessas águas residuárias. A combinação desses processos possibilita a construção de modelos mais compactos (menor área de implantação da estação), com menor consumo de energia com aeradores, devido a menor demanda de OD e menor produção de biomassa (lodo). O sistema combinado anaeróbio/aeróbio mostra ser uma opção viável quanto aos aspectos econômico e técnico, pois esse sistema promove oxidação carbonácea, nitrificação, desnitrificação e, algumas vezes, remoção de fósforo. Portanto, essa combinação torna possível aproveitar as vantagens de cada um deles e minimiza seus aspectos negativos. Considerando a importância do tratamento de efluentes no âmbito da tecnologia ambiental, este trabalho tem por objetivo a avaliação do desempenho de dois reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) em série, seguidos por um biofiltro aerado submerso na remoção de nitrogênio da vinhaça.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento, composto por dois reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB) em série seguidos por um biofiltro aerado submerso (FBS) como pós-tratamento foi instalado no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LADEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os dois reatores UASB foram construídos idênticos, em acrílico com volume útil de 16 litros, possuindo no topo um separador de fases (separador gás-sólido-líquido). O FBS também foi montado em acrílico, com volume útil de 13,5 litros. O material suporte utilizado no FBS foi o conduíte com 13 mm de diâmetro interno, cortado em gomos de 2 cm, perfazendo 0,28 m de altura no FBS. A vinhaça, resíduo proveniente da indústria sulcroalcooleira, utilizada para o tratamento, foi coletada no alambique da Cachaça Bocaina, localizada no município de Lavras-MG.



Figura 1: Sistema de tratamento em escala laboratorial compreendendo associação em série dos reatores UASB com o FBS instalado no LADEG

A partida do sistema ocorreu no dia 10 de agosto de 2012 e se estendeu até 8 de março de 2013 (211 dias de monitoramento). As COVs e os tempos de detenção hidráulica (TDHs) aplicados nos reatores UASB1, UASB2 e FBS foram de $7,7 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 1,2 d; $4,6 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 1,2 d; $4,7 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 1,0 d (Fase I); $3,6 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 2,1 d; $1,7 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 2,1 d; $1,0 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ e 1,8 d (Fase II), respectivamente. Para avaliação do sistema foram monitorados os afluentes e efluentes de cada reator, por meio de análises físico-químicas: nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e nitrato (APHA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As concentrações de nitrogênio (NTK) afluente e efluente das unidades experimentais estão apresentadas na Tabela 1. As eficiências médias de remoção de nutrientes em cada fase operacional estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1: Valores médios, mínimos, máximos e desvio-padrão de NTK no afluente e nos efluentes dos reatores UASB 1, UASB 2 e FBS durante o período de monitoramento do sistema

		NTK (mg L ⁻¹)			
		Afluente	E. UASB1	E. UASB2	E. FBS
Fase I	Média	135	126	63	57
	Mínimo	15	33	24	8
	Máximo	259	256	136	108
	DP	92	70	39	38
Fase II	Média	100	43	46	18
	Mínimo	38	13	7	1
	Máximo	219	83	163	42
	DP	50	22	38	11

Tabela 2: Valores médios, mínimos, máximos e desvio-padrão da eficiência de remoção de NTK nos reatores UASB 1, UASB 2 e FBS durante o período de monitoramento do sistema

		NTK – Eficiência (%)			
		UASB1	UASB2	FBS	SISTEMA
Fase I	Média	33	39	24	49
	Mínimo	0	0	0	0
	Máximo	78	85	70	95
	DP	32	34	27	34
Fase II	Média	50	20	54	81
	Mínimo	0	0	0	65
	Máximo	51	9	55	28
	DP	22	5	25	14

Como esperado, os reatores apresentaram baixa eficiência de remoção de nutrientes. As maiores eficiências de remoção de nitrogênio (NTK) foram observadas na Fase II, com exceção do UASB2, quando as eficiências alcançaram valores de 50% e 54% para UASB1 e FBS, respectivamente. Nesta fase, a eficiência do sistema (UASB1+UASB2+FBS) foi bastante satisfatória, atingindo um valor de 81%. Tal fato pode ser explicado pela maior remoção de sólidos totais voláteis nesta fase, visto que o nitrogênio se apresenta associados à matéria orgânica. Durante o monitoramento, verificou-se a ocorrência de arraste de sólidos com o efluente (*wash-out*), o que provavelmente pode explicar a grande oscilação nos valores de NTK afluente e efluente das unidades de tratamento (Figura 2), bem como as eficiências negativas (mínimo = zero) observadas durante a condução do experimento (Tabela 2).

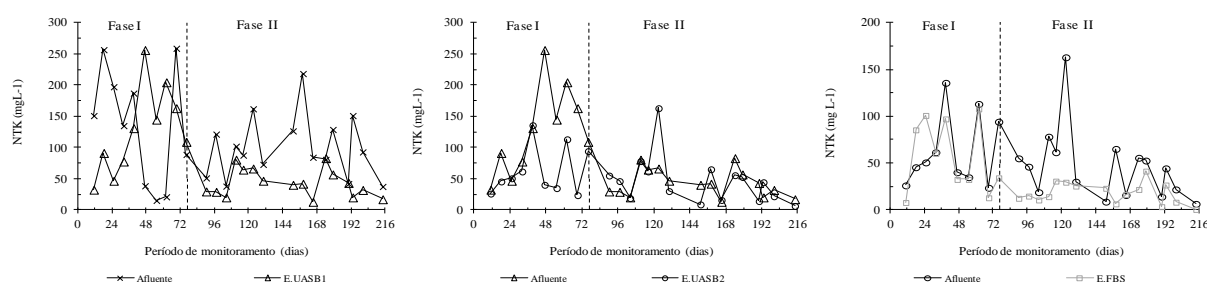


Figura 2: Variação dos valores médios de NTK no afluente e nos efluentes dos reatores UASB 1, UASB 2 e FBS durante o monitoramento do sistema

Segundo PARAWIRA *et al.* (2005), no processo de digestão anaeróbia em reatores UASB, têm-se referenciado baixa eficiência na remoção de nitrogênio, uma vez que esse sistema não produz grandes quantidades de lodo. Ainda assim, os autores obtiveram eficiências de remoção de N na faixa de 45 a 60%, tratando águas residuárias de suinocultura. A Tabela 3 apresenta as concentrações de nitrato (NO_3^-) obtidas durante o monitoramento.

Tabela 3: Valores médios, mínimos, máximos e desvio-padrão de Nitrato (NO_3^-) no afluente e nos efluentes dos reatores UASB 1, UASB 2 e FBS durante o período de monitoramento do sistema

		Nitrato (mg L^{-1})			
		Afluente	E. UASB1	E. UASB2	E. FBS
Fase I	Média	1,01	0,61	0,39	2,21
	Mínimo	0,36	0,07	0,09	0,31
	Máximo	2,61	1,41	1,07	3,67
	DP	0,85	0,45	0,35	1,02
Fase II	Média	0,80	0,58	0,44	0,85
	Mínimo	0,16	0,01	0,03	0,10
	Máximo	1,91	1,03	1,37	2,67
	DP	0,49	0,34	0,37	0,67

Os biofiltros aerados são capazes de atingir diferentes objetivos de qualidade: oxidação de matéria orgânica, nitrificação secundária ou terciária, desnitrificação e a desfosfatação físico-química (LACAMP *et al.*, 1992). Tal fato justifica a maior concentração de nitrato no efluente do FBS.

CONCLUSÕES: As maiores eficiências de remoção de nitrogênio (NTK) foram observadas na Fase II, com exceção do UASB2, quando as eficiências alcançaram valores de 50% e 54% para UASB1 e FBS, respectivamente. Nesta fase, a eficiência do sistema (UASB1+UASB2+FBS) foi bastante satisfatória, atingindo um valor de 81%. O FBS apresentou maior capacidade de nitrificação, devido as maiores valores de nitrato (NO_3^-) observado no seu efluente.

REFERÊNCIAS:

- BASU, A. K. Characteristics of distillery wastewater, *J. Water Pollut. Contr. Federation*, v.47, p. 2184-2190, 1975.
- BRITZ, T. J.; Van Der MERWE, M.; RIEDEL, K. H. J. Influence of phenol additions on the efficiency of an anaerobic hybrid digester treating landfill leachate, *Biotechnol. Lett.*, v.14, p. 323-32, 1992.
- DOMINGUES, L. M; SECO, E. L. V.; NOUR, E. A. A. Partida de um sistema combinado filtro anaeróbio - biofiltro aerado submerso tratando esgoto sanitário. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande. *Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Campo Grande: ABES, p. 1-7, 2005.
- GONÇALVES, R. F.; CHERNICHARO, C. A. L.; ANDRADE, C. O.; ALEM, P.; KATO, M. T.; COSTA, R. H. R.; AISSE, M. M.; ZAIAT, M. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme. In: CHERNICHARO, C. A. L. (Coord.). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios*. Belo Horizonte, 1ª Ed, p. 171-278. 2001.
- JAIN, N.; BHATIA, A.; KAUSHIK, R.; KUMAR, S.; JOSHI, H. C.; PATHAK, H. Impact of post methanation distillery effluent irrigation on ground water quality. *Environ. Mon. Assess.*, v.110, p. 243-255, 2005.
- JIMÉNEZ, A. M.; BORJA, R.; MARTÍN, A. A comparative kinetic evaluation of the anaerobic digestion of untreated molasses and molasses previously fermented with *Penicillium decumbens* in batch reactors. *Biochemical Engineering Journal*, v.18, p. 121-132, 2004.
- LACAMP, B.; HANSEN, F.; PENILLARD, P.; ROGALLA, F. Wastewater nutrient removal with advanced biofilm reactors. *Water Sci. & Technol.*, v.27, n. 5/6, p. 263-276, 1992.
- MADEJÓN, E.; DÍAZ, M. J.; LÓPEZ, R., CABRERA, F. Co-compositing of sugarbeet vinasse: influence of the organic matter nature of the bulking agents used, *Bioresour. Technol.*, v.76, p. 275-278, 2001.