

DESEMPENHO DE REATORES UASB NO TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO

**ANA FLÁVIA SANTOS RABELO DE MELO¹, MATEUS HENRIQUE BARBOSA²,
THAÍS COSTA NAHIME³, ISABELA LUCIA FREIRE⁴, JAQUELINE FAGUNDES
COSTA⁵, FÁTIMA RESENDE LUIZ FIA⁶**

¹ Engenheira Ambiental e Sanitarista, Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, (35) 99811-2122, afsrmelo@gmail.com

² Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Mestrando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

³ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

⁵ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

⁶ Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia Agrícola, Profa. Associada, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Considerando as vantagens do uso de sistemas anaeróbios no tratamento de efluentes, como o baixo consumo de energia e baixos custos de implantação e operação, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de dois reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) no tratamento de efluente sanitário, por meio do monitoramento das variáveis pH, alcalinidade, ácidos voláteis e DQO. O sistema de tratamento contou com um reservatório de 300 L e dois reatores UASBs. O monitoramento do sistema teve duração de 189 dias, sendo a vazão monitorada frequentemente e as amostragens da entrada e saídas dos reatores, realizadas duas vezes na semana. Os dois reatores apresentaram desempenho satisfatório durante toda a operação. As médias de eficiências de remoção foram maiores quando as cargas orgânicas aplicadas também foram maiores.

PALAVRAS-CHAVE: tratamento secundário, carga orgânica volumétrica, alcalinidade.

PERFORMANCE OF ANAEROBIC REACTORS TREATING SANITARY EFFLUENT

ABSTRACT: Considering the advantages of using anaerobic treatment systems, such as low energy consumption and low implantation and operation costs, this study aimed at evaluating the performance of two Upflow Anaerobic Sludge Blanket reactor (UASB) in the treatment of sanitary effluent, by monitoring the variables pH, alkalinity, volatile acids and COD. The treatment system was composed by a 300 L reservoir and two UASBs. Monitoring of the system lasted 189 days, with the flow monitored frequently and the samplings of affluent and effluent, carried out twice a week. The two reactors performed satisfactorily throughout the operation. The average removal efficiencies were higher when the applied organic loads were also higher.

KEYWORDS: secondary treatment, organic volumetric loading, alkalinity.

INTRODUÇÃO: O uso de sistemas anaeróbios no tratamento de efluentes é amplamente recomendado, já que apresentam vantagens como o baixo consumo de energia e baixos custos de implantação e operação. Além de tolerarem elevadas cargas orgânicas e operarem em baixos tempos de detenção hidráulica (CHERNICHARO, 2016). Para o controle operacional de um sistema anaeróbio, recomenda-se o monitoramento das variáveis pH, alcalinidade e

ácidos voláteis, os quais irão influenciar no crescimento e desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, além da demanda química de oxigênio (DQO), que determinará a eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica do efluente. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de dois reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) no tratamento de efluente sanitário, por meio do monitoramento das variáveis pH, alcalinidade, ácidos voláteis e DQO.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento, em escala piloto, foi instalado na Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras (ETE-UFLA), em Lavras, Minas Gerais. O efluente foi proveniente da ETE-UFLA após passar pelo tratamento preliminar (grades grossa e fina, medidor Parshall e caixa de gordura). Inicialmente o efluente foi armazenado em reservatório de 300 L, sendo em sequência conduzido a dois reatores anaeróbios (UASB 1 e UASB 2) por meio de bombas dosadoras solenoide. Os reatores foram construídos em fibra de vidro em formato cilíndrico, com diâmetro na base de 0,50 m e altura de 0,60 m, sendo o volume útil igual a 96 L. Internamente, os UASBs possuem um decantador com formato semelhante a um cone invertido, com fixação na parte interna da parede em pontos alternados. A alimentação dos reatores ocorre na parte superior, por um tubo que atravessa todo o compartimento interno até a parte inferior, na base, obtendo assim um escoamento ascendente. A aproximadamente 0,10 m acima do fundo foi instalado um fundo falso contendo 40 orifícios com 0,02 m de diâmetro para redução de possíveis fluxos preferenciais.

Para a partida do sistema foi utilizado como inóculo o lodo proveniente de um reator UASB da ETE-UFLA. A concentração de sólidos voláteis totais (SVT) no lodo foi de 64,0 g m⁻³, determinado pelo método gravimétrico (APHA, 2005). De posse desse valor, o volume de lodo estimado a ser colocado nos reatores foi de, aproximadamente, 14 L de forma a garantir a carga orgânica biológica (COB) de 0,15 kg kg⁻¹d⁻¹ medida como DQO SVT⁻¹d⁻¹ (CHERNICHARO, 2016). A carga orgânica volumétrica (COV) inicial adotada foi de 1,43 kg m⁻³d⁻¹ de DQO. Carga inferior à citada na literatura, para efluentes domésticos, garantindo um período de adaptação dos microrganismos aos reatores e ao efluente em tratamento. Em função da COV adotada e do volume do reator, obteve-se um tempo de detenção hidráulica inicial (TDH) estimado de 8,0 horas.

O monitoramento do sistema foi realizado no período de agosto de 2018 a janeiro de 2019, totalizando 189 dias de monitoramento. A vazão afluente foi monitorada frequentemente por medição direta. As amostragens da entrada e saída dos dois reatores ocorreram duas vezes na semana, entre 7h00min e 7h30min, sendo, imediatamente, encaminhadas para análise no Laboratório de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento da UFLA. Foram determinadas, duas vezes na semana, os valores de potencial hidrogeniônico (pH), por potenciometria; a demanda química de oxigênio (DQO) pelo método de refluxo fechado e titulometria (APHA, 2005); alcalinidade bicarbonato (AB) e ácidos voláteis totais (AVT) por titulometria e potenciometria (RIPLEY; BOYLE; CONVERSE, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Devido a variação das características do efluente sanitário conforme atividades realizadas na universidade, optou-se pela avaliação bimestral dos dados. Sendo o primeiro semestre referente ao início do período de aulas, o segundo ao final do semestre de aulas e o terceiro ao período de férias, quando o efluente apresentou carga orgânica menor (TABELA 1).

TABELA 1: Características operacionais médias observadas nos reatores anaeróbios nos diferentes meses de monitoramento do sistema de tratamento.

Meses	Variáveis	UASB 1	UASB 2
Ago/Set	TDH (h)	7,21	7,11
	COV (kg m ⁻³ d ⁻¹ de DQO)	1,76	1,78
	Q (m ³ d ⁻¹)	0,32	0,32
Out/Nov	TDH (h)	6,17	6,12
	COV (kg m ⁻³ d ⁻¹ de DQO)	1,62	1,64
	Q (m ³ d ⁻¹)	0,37	0,38
Dez/Jan	TDH (h)	6,04	6,16
	COV (kg m ⁻³ d ⁻¹ de DQO)	0,89	0,87
	Q (m ³ d ⁻¹)	0,38	0,37

As médias e o desvio padrão dos valores de pH do afluente, comum aos dois reatores, e efluente aos reatores 1 e 2 se mantiveram na faixa de $7,4 \pm 0,2$, $7,3 \pm 0,1$ e $7,4 \pm 0,1$ no primeiro bimestre, $7,3 \pm 0,1$, $7,2 \pm 0,1$ e $7,3 \pm 0,1$ no segundo e $7,1 \pm 0,1$, $7,1 \pm 0,1$ e $7,2 \pm 0,1$ no terceiro. Houve uma oscilação dos valores de pH durante o período de monitoramento, porém se mantendo na faixa adequada ao desenvolvimento de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica (CHERNICHARO, 2016).

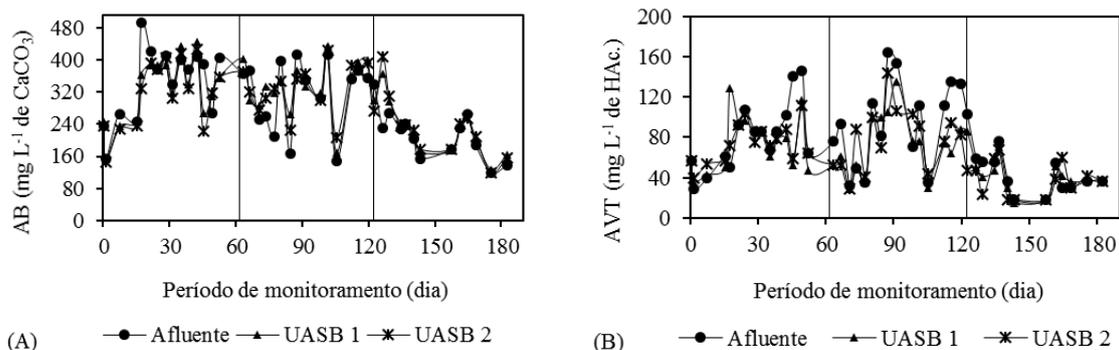


FIGURA 1: Variação dos valores de alcalinidade bicarbonato (AB) e ácidos voláteis totais (AVT) afluente e efluente aos reatores UASB 1 e UASB 2. As linhas verticais dentro das figuras indicam intervalos bimestrais de monitoramento.

Nos dois bimestres iniciais, o afluente apresentou maiores valores de AB em relação ao terceiro. Nos efluentes dos reatores, para todos os períodos avaliados, foi verificado pequeno aumento nas concentrações de AB (FIGURA 1A), evidenciando capacidade tampão nos sistemas. Em relação às concentrações de AVT, foram verificados valores menores nos efluentes dos reatores anaeróbios em relação ao afluente, porém foi mantida a tendência de elevação ou redução de acordo com as concentrações de entrada (FIGURA 1B). No último semestre, com a redução da COV aplicada ao sistema, verificou-se redução nos valores de AB assim como nas concentrações de AVT.

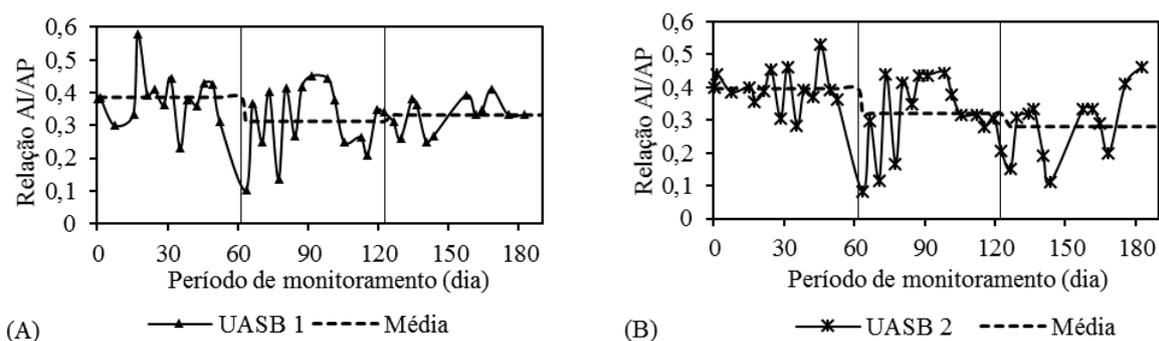


FIGURA 2: Relação entre alcalinidade intermediária (AI) e alcalinidade parcial (AP) no efluentes dos reatores UASB 1 e UASB 2. As linhas verticais dentro das figuras indicam intervalos bimestrais de monitoramento.

No primeiro semestre, foi observada média maior para a relação AI/AP, nos dois UASBs, seguido de médias menores nos semestres seguintes (FIGURA 2A e 2B). Em geral, para todo o período de monitoramento, nos dois reatores, a relação AI/AP se manteve próxima de 0,3, que conforme Ripley (1986) indica estabilidade no processo de degradação anaeróbia.

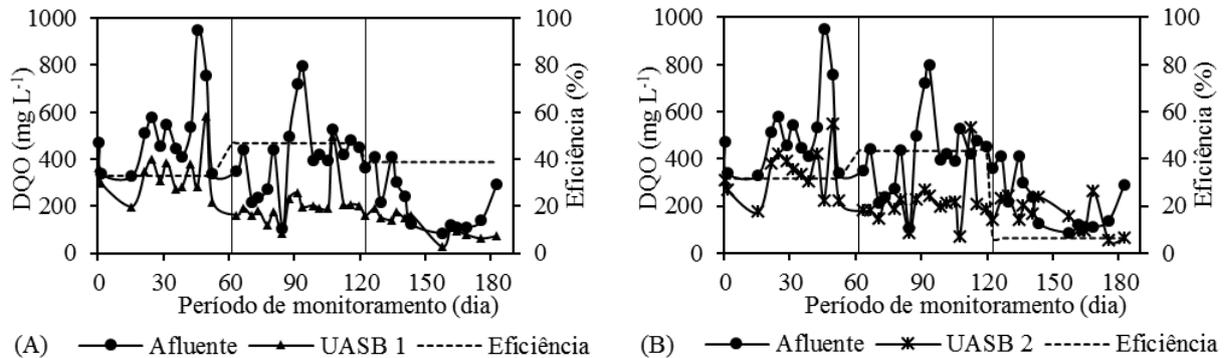


FIGURA 3: Variação das concentrações de DQO (mg L^{-1}) no afluente e efluentes dos UASB 1(A) e UASB 2(B), e eficiência média de remoção de matéria orgânica pelos reatores. As linhas verticais dentro das figuras indicam intervalos bimestrais de monitoramento.

Durante o primeiro bimestre, quando a COV aplicada foi a maior de todo o período de operação do sistema, as médias de eficiência de remoção de matéria orgânica na forma de DQO foram iguais a 33% e 32%, para os reatores 1 e 2, respectivamente. Já no segundo, quando a COV aplicada foi pouco menor em relação ao primeiro, houve um aumento nas médias de eficiência do tratamento, para 47% e 43% (FIGURA 3A e 3B) podendo estar relacionado à adaptação satisfatória dos microrganismos dentro dos reatores. No último bimestre, entretanto, houve um decaimento nas médias de eficiência do tratamento, principalmente no UASB 2. Tal fato pode estar relacionado à menor COV aplicada, vinculada ao período de férias na universidade, quando a carga orgânica do efluente é reduzida. Nesta fase, a redução de matéria orgânica disponível pode ter aumentado a competição por alimento pelos microrganismos, podendo ocorrer a endogenia no sistema levando a sua falência.

CONCLUSÕES: Os reatores anaeróbios utilizados no tratamento de efluente sanitário apresentaram pH e relação AI/AP satisfatórios para ocorrência da degradação microbiana durante todo o monitoramento. No entanto, notou-se que o tempo de monitoramento não foi suficiente para os reatores atingirem estabilidade o que pode ser comprovado pela baixa eficiência na de remoção de matéria orgânica. No último, porém, com a redução da COV aplicada, foram verificadas menores eficiências de tratamento.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fapemig o apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS:

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA, 2005.

RIPLEY, L. E.; BOYLE, W. C.; CONVERSE, J. C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal of Water Pollution Control Federation**, Alexandria, v. 58, n. 5, p. 406-411, May 1986.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016.