

PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES DE REATOR UASB COM FILTROS ANAERÓBIOS

PEREIRA-RAMIREZ, Orlando¹; ANTUNES, Rui M.¹; QUADRO, Maurizio S.¹; KOETZ, Paulo R.².

¹ FEA - UFPel; Laboratório de Saneamento Rural; Caixa Postal 354 Pelotas – RS CEP 96010-900
E-mail: opr@zaz.com.br

² DCTA/FAEM - UFPel Caixa Postal 354 Pelotas – RS CEP 96010-900; E-mail: koetzpr@ufpel.tche.br
(Recebido para publicação em 25/09/2001)

RESUMO

Um sistema constituído de um pré-tratamento em reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) e complementação em filtros anaeróbios (FA) foi montado para testar três suportes alternativos para os filtros: a) pedaços de mangueira plástica do tipo conduíte; b) caroço de pêssigo, seco e moído; c) peças cúbicas de feltro de material sintético. O reator UASB tinha um volume de 12 L, tendo operado com tempo de detenção hidráulico (TDH) de 8 h. Os filtros anaeróbios tinham volume de 2 L, tendo operado com TDH de 4 h. O reator UASB foi alimentado com efluente bruto proveniente de uma indústria de extração e refino de óleo de farelo de arroz da cidade de Pelotas-RS. A remoção total de DQO variou entre 88,0 e 94,0%, mantendo as concentrações de DQO_f no efluente final na faixa de 250 mg.L⁻¹. Os valores de SST no efluente final, na melhor situação, foram mantidos abaixo de 110 mg.L⁻¹. O sistema UASB/FA pode se tornar uma alternativa para o tratamento de efluentes industriais, uma vez que o sistema pode ser executado com TDH muito baixo, resultando em unidades de tratamento compactas e de baixo custo.

Palavras-chave: UASB, Filtro Anaeróbio, Meios suportes, Efluentes, Óleos vegetais, Resíduos.

ABSTRACT

POST-TREATMENT WITH ANAEROBIC FILTERS OF WASTEWATER FROM UASB REACTOR A wastewater treatment system with an UASB reactor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) was complemented with anaerobic filters (FAN), three alternative supports for the filters were set up for testing: a) pieces of plastic hose of the conduit type; b) broken dry peach pit; c) cubic pieces of synthetic material (felt). The UASB reactor had a 12 L volume, operated with hydraulic retention time (HRT) of 8 h. The filters had a volume of 2 L, operated with HRT of 4 h. The UASB was fed with brut influent of an oil extraction industry from rice bran in the city of Pelotas-RS. The COD total removal varied between 88,0 and 94,0%, maintaining the CODs concentrations in the final effluent in the strip of 250 mg.L⁻¹. In the best situation, the TSS values in the final effluent, were maintained below 110 mg.L⁻¹. The system UASB/FAN can be an alternative for the treatment of industrial effluents, once the system can be executed with very low HRT, resulting in low cost compact units of treatment.

Key words: UASB, Anaerobic-Filters, Supports, Effluents, Vegetables Oils.

INTRODUÇÃO

A investigação de tecnologias que possibilitem soluções eficientes e de reduzido custo para minorar a poluição hídrica pela agroindústria pode ser considerada prioritária para preservar o meio ambiente. Os sistemas de tratamento de águas residuárias industriais, devem levar em conta a realidade econômica brasileira. Os processos de tratamento que cumprem esta condição tem sido objeto de pesquisas durante os últimos anos, sendo a aplicação de processos biológicos quase sempre a melhor alternativa.

O Filtro Anaeróbio (FA) é um reator no qual a matéria orgânica é estabilizada através da ação de microrganismos (colônias bacterianas) que ficam retidos nos interstícios ou aderidos ao material suporte, como biofilme. Este material constitui o meio através do qual os despejos líquidos escoam (ZAIAT et al. 1995). Os filtros são operados com fluxo vertical, tanto ascendente como descendente, sendo constituídos de um leito de material inerte, que acumula em sua superfície os microrganismos responsáveis pelo processo de estabilização da matéria orgânica, (RAMALHO, 1983). Os materiais devem ser baratos, mecanicamente resistentes, biologicamente inertes, ter uma relação área/volume elevada e boa porosidade, entre outros fatores.

O objetivo deste trabalho foi a avaliação dos filtros anaeróbios com diferentes suportes, para a complementação do tratamento anaeróbio de águas de difícil degradação, o que viria minimizar os custos energéticos e operacionais do mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na unidade piloto de tratamento de efluentes líquidos, do Laboratório de Controle de Poluição da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL. Os reatores foram monitorados durante um período de 120 dias (sendo que os primeiros trinta dias foram usados para a adaptação das biomassas) e analisados os seguintes parâmetros: Temperatura, pH, Alcalinidade Total (AT), Ácidos Voláteis Totais (AVT), Demanda Química de Oxigênio Solúvel (DQOs), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), Fósforo (P), Nitrogênio (N) e sulfatos (SO₄), de acordo com o Standard Methods of Water and Wastewater (APHA, 1995).

O efluente era originado pelos resíduos diluídos oriundos das operações de extração e refino do óleo de farelo de arroz, da acidulação de borras vegetais e de lavagens internas da indústria, cujas características físico-químicas estão apresentadas na Tabela 1.

O reator UASB foi inoculado com biomassa procedente de outro reator semelhante, utilizado na indústria, do tipo granulado e com uma concentração de SSV de 54.000 mg.L⁻¹, conforme recomendações de ALVES et al. (1997). A biomassa preencheu 30% do volume estático do reator.

O tratamento foi feito em reator do tipo UASB e os reatores de filtro anaeróbio tinham como suporte: a) cubos de feltro sintético (neste tipo de suporte não foi possível determinar sua razão área volume devido ao tipo de material), b) fragmentos de caroço de pêssigo moído (com uma razão área volume de 320 m².m⁻³) e c) tubos curtos de plástico corrugado (conduíte, com uma razão área volume de 520 m².m⁻³). Os filtros foram inoculados com o mesmo tipo de biomassa.

TABELA 1 – Características físico-químicas do efluente da indústria de óleo de arroz.

Parâmetros	Unidade	Valores
Temperatura	°C	30/45
pH	-	3,5/5,8
DBO	mg.L ⁻¹	6000/20000
DQO	mg.L ⁻¹	8500/30000
SST	mg.L ⁻¹	420/2900
NTK	mg.L ⁻¹	10/60
P	mg.L ⁻¹	20/200
O&G	mg.L ⁻¹	600/2000
SO ₄	mg.L ⁻¹	500/3000

O efluente bruto foi diluído quando necessário, para manter uma carga orgânica aplicada constante. O pH foi mantido próximo de 7,0. A alimentação do sistema foi feita pelo reator UASB. A descarga do UASB foi distribuída nos três filtros anaeróbios, operados em paralelo, conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

A adaptação da biomassa do reator UASB e a dos filtros foi feita com um efluente que apresentava uma DQO de 2.500 mg.L⁻¹ o que representava uma carga orgânica volumétrica de 3,8 kg de DQO.m⁻³.d⁻¹. operando com tempo de detenção hidráulico de 16 h para o UASB e de 4 h para os filtros anaeróbios. Depois o substrato foi condicionado para uma DQO de 5.000 mg.L⁻¹, que representou uma carga orgânica aplicada de 15 kg de DQO.m⁻³.d⁻¹ e a partir de então o fluxo foi mantido para dar um tempo de detenção hidráulico de 8 h no UASB e de 4 h para os filtros.

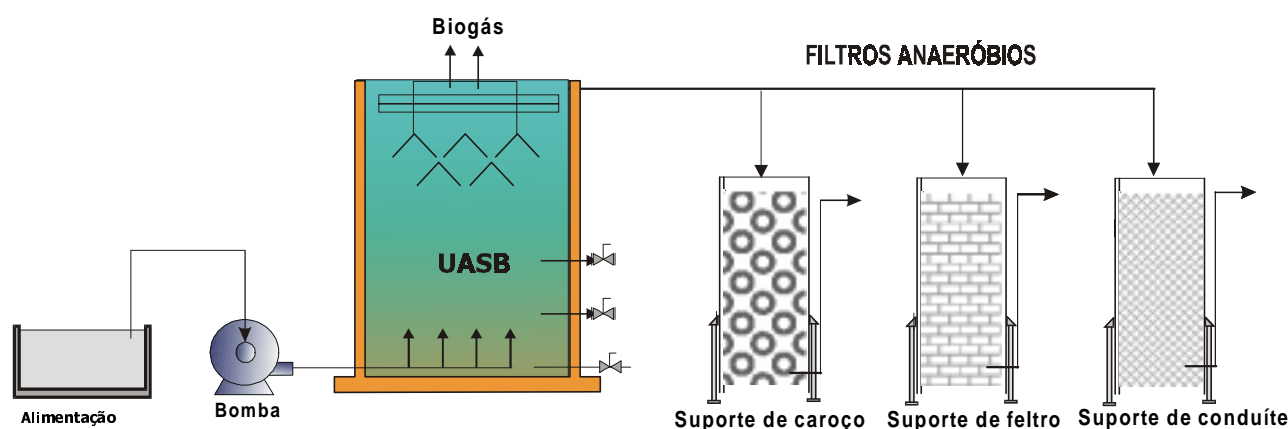


Figura 1 – Esquema do sistema UASB e filtros anaeróbios

As principais dimensões construtivas do sistema UASB/FA utilizado na pesquisa são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – Dimensões construtivas dos reatores do sistema piloto.

Características	Unid.	UASB	Filtro Anaeróbio
Altura do corpo cilíndrico	m	1,60	0,30
Diâmetro do corpo cilíndrico	m	0,10	0,10
Altura total do equipamento	m	1,60	0,30
Altura do meio suporte interno	m	-	0,24
Volume útil	L	12,0	2,00

Parâmetros Operacionais

O reator UASB foi operado e monitorado durante um período de 90 dias. Foi submetido a uma carga orgânica volumétrica (B) média de 15 kg DQO.m⁻³.d⁻¹ e um tempo de detenção hidráulico (TDH) de 8 h. Os filtros foram submetidos a carga orgânica volumétrica de 10,8 kg DQO.m⁻³.d⁻¹ e com um tempo de detenção hidráulico (TDH) de 4 h, em processo semelhante apresentado por LEMA et al, (1988).

O pH do afluente do UASB foi condicionado para a faixa de 6,8 a 7,0. No afluente dos filtros o pH variou de 7,0 a 7,8. A alcalinidade total do afluente foi, em média de 2600 mg CaCO₃.L⁻¹. Em toda operação do reator, a alcalinidade efluente foi maior que a afluente.

A concentração média dos ácidos voláteis totais no substrato da alimentação era de 700 mg HAc. L⁻¹. O substrato logo após ser condicionado ficava em repouso por 24h no tanque de alimentação do reator a temperatura de 30 ± 1°C, sendo controlada por termostatos e sistema de resistências elétricas.

A relação AVT/Alcalinidade foi mantida inferior a 0,3, pela adição de NaHCO₃. A relação de DQO:N:P para o afluente se manteve nos níveis sugeridos por Chernicharo (1997), de 500:5:1, mediante adição de uréia. A relação de DQO/SO₄ foi mantida acima de 10, para evitar as interferências das bactérias sulfato-redutoras sobre o desempenho das acetogênicas e metanogênicas, segundo recomendações de MOYA-MORENO, (1996).

O projeto de pesquisa compreende a investigação de utilização eficiente de três meios suportes, quando testados com taxas de aplicação hidráulica de 18 m³.m⁻³.d⁻¹ nos filtros anaeróbios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra a variação da concentração de DQOs na descarga do UASB e dos filtros anaeróbios.

A eficiência de remoção de DQO do efluente em cada filtro está apresentada na Figura 3. O reator UASB apresentou eficiência de remoção média de DQO, de 64,6%, resultando num efluente de alimentação dos filtros com DQO média de 1809 mg.L⁻¹. A eficiência de remoção de DQO, do filtro com suporte de feltro é superior à do filtro com meio suporte de caroço quebrado e do filtro com retalhos de

conduite plástico lixado, respectivamente, 81,9, 74,6 e 66,6%. O efluente final do sistema UASB-FA de feltro, apresentou uma DQO no final do experimento de 250,0 mg.L⁻¹.

Os filtros com suportes alternativos promoveram uma remoção adicional de DQO, elevando a eficiência global do sistema (UASB/FA) para valores de 93,7; 91,0 e 88,2%, respectivamente para os filtros com feltro sintético, caroço de pêsego e tubos de conduíte, conforme observa-se na Figura 3.

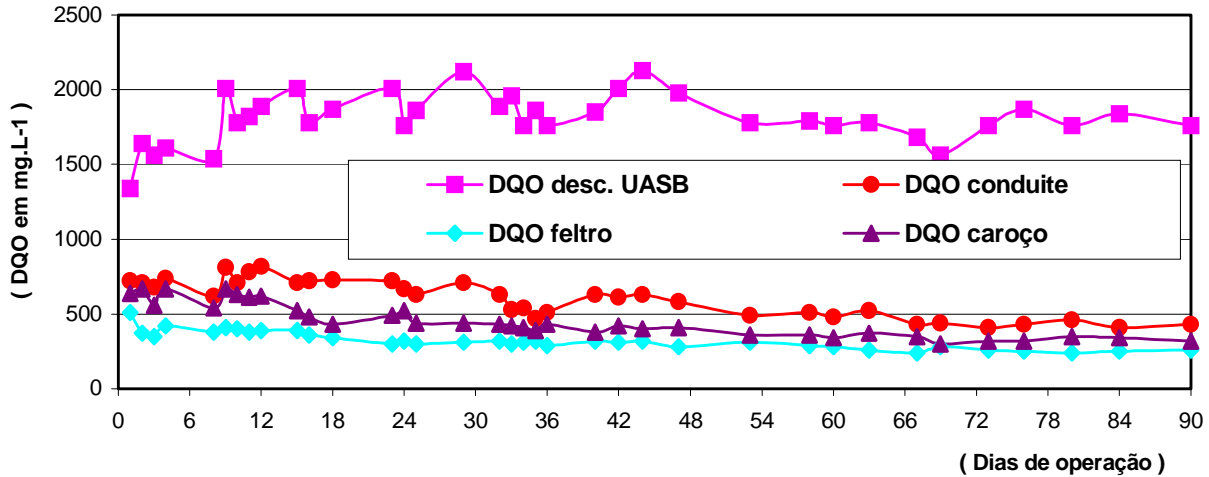


Figura 2 - Evolução da DQOs na descarga do UASB e filtros anaeróbios

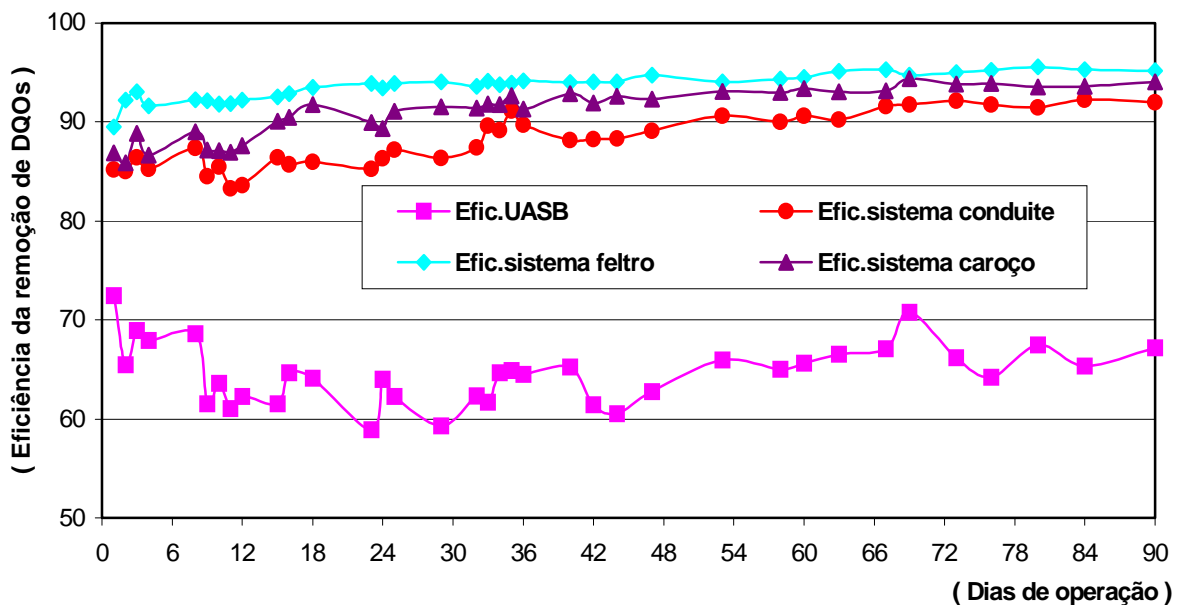


Figura 3 - Eficiências de remoção da DQOs dos sistemas

A DQO média afluente e efluente do UASB foi de 5.116 mg.L⁻¹ e 1.809 mg.L⁻¹ respectivamente. A concentração média dos sólidos suspensos voláteis no afluente do reator UASB foi

de 1600 mg.L⁻¹ e no efluente a concentração foi de 450 mg.L⁻¹.

Nas descargas dos filtros a concentração em SSV não passou de 330 mg.L⁻¹ chegando, na melhor configuração, ao

valor de 105 mg.L⁻¹. Em todos os filtros houve um progressivo aumento na eficiência de remoção da DQO, o que pode ser explicado pela adaptação dos microrganismos ao longo do tempo de operação. A concentração de sólidos suspensos voláteis no efluente diminuiu gradualmente, após as primeiras duas semanas de operação dos filtros, quando parece que os mesmos se estabilizaram em termos de concentração de SSV. A formação do biofilme ocorreu de forma lenta, o que pode ter ocasionado a demora na estabilização do filtro, devido principalmente a características físicas do material suporte utilizado. Não foi possível quantificar com precisão a biomassa, dificuldade já comentada por VAN LIER et al, (1996). Após a estabilização, o filtro operou com uma eficiência média de remoção em termos de SSV de 77; 64 e 27%, nos filtros de feltro, caroço e conduite.

CONCLUSÃO

O filtro com suporte de feltro é superior à do filtro com meio suporte de caroço quebrado e do filtro com retalhos de conduite plástico lixado, apresentando respectivamente remoções da carga orgânica de 81,9, 74,6 e 66,6%. Os filtros anaeróbios podem ser operados como unidades de pós-tratamento, com tempo de detenção hidráulica baixo, fácil manejo, alta estabilidade e alto contato biomassa e fluido residual.

O sistema UASB/FA pode ser aplicável ao tratamento de águas residuárias de óleos de arroz. Esta pode se tornar uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes no Brasil, uma vez que o sistema poderia ser projetado com tempos de detenção bastante reduzidos: 8 h para o reator UASB e 4 h para o filtro anaeróbio, resultando numa unidade de tratamento bastante compacta, de custos operacionais mínimos e de baixo custo de implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. M.; PEREIRA, M. A.; MOTA, M.; NOVAIS, J. M. Staged and non-staged anaerobic filters: Microbial selection, hydrodynamic aspects and performance. In: 8th International Conf. On Anaerobic Digestion, 1997, Sendai, Japão. *Anais*. Sendai, 1997. p. 56-63, v. 2.
- APHA;AWWA;WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed. Washington: APHA, 1995.
- CHERNICHARO, C. A. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, 1997, 246p.
- LEMA, J. M.; SOTO, M.; MÉNDEZ, R.; BLAZQUEZ, R. Comparison of mesophilic and thermophilic anaerobic filters treating very high saline wastewater. In: 5th Int. Symp. on Anaerobic digestion, 1988, Bologna, Italy. *Anais*. Monduzzi: ed. A. Tilche & A. Roíz, 1988. p. 547-9.
- MOYA-MORENO, A. L. Comportamiento de una descarga de agua residual de matadero mediante el tratamiento anaeróbico-UASB-filtro anaerobio. In: IV Seminario-taller Latinoamericano sobre tratamiento anaerobio de aguas residuales, 1996, Bucaramanga, Colombia. *Anais*. Bucaramanga, Colombia: Red Colombiana De Biotecnologia Ambiental Ed Iv, 1996. p.337-354
- RAMALHO, R. S. **Introduction to Wastewater Treatment Processes**. 2th ed. São Diego, California: Academic Press, 1983.
- VAN LIER, J. B.; GROENEVELD, N.; LETTINGA, G. Development of thermophilic methanogenic sludge in compartmentalized upflow reactors. *Biotechnology Bioengineering*; v. 50, p.115-124, 1996.
- ZAIAT, M.; FORESTI, E.; CABRAL A. K. A.; DEL NERY V. Horizontal-flow anaerobic immobilized sludge reactor for paper industry wastewater treatment. *Journal Chemical Engennier*, v. 12, p.235-239, 1995.