

II-309 - FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR COM MEIO SUPORTE ALTERNATIVO COMO PÓS-TRATAMENTO DE REATOR UASB

Alexandre Lioi Nascentes⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Sanitarista pela UERJ. Mestre em Saneamento Ambiental pela Escola Nacional de Saúde Pública - ENSP/FIOCRUZ. Doutorando em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química - UFRJ. Professor Assistente do Departamento de Engenharia da UFRRJ.

Odir Clécio da Cruz Roque

Engenheiro Químico pela UFRRJ. Doutor em Saúde Pública pela Escola Nacional de Saúde Pública - ENSP/FIOCRUZ. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ e Pesquisador Titular da ENSP/FIOCRUZ.

Endereço⁽¹⁾: UFRRJ. Instituto de Tecnologia / Departamento de Engenharia. Rodovia BR 465, km 7 - Seropédica - RJ - Brasil - e-mail: lioi@ufrj.br

RESUMO

A associação entre sistemas anaeróbios e aeróbios se apresenta como uma alternativa viável para tratamento de esgotos sanitários por aliar baixo custo de implantação e simplicidade operacional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de um reator UASB seguido de filtro biológico aeróbio com meio suporte alternativo (refugo de indústria de embalagens plásticas). Para a realização deste estudo foram montadas, em paralelo, duas unidades em escala piloto para avaliação da eficiência e dos efeitos da recirculação do lodo secundário para o interior do reator UASB. O sistema alcançou uma remoção de DBO, de $58,5\% \pm 2,6\%$ e $64,3\% \pm 3,6\%$ para as configurações sem e com recirculação, respectivamente. Foi possível identificar uma pequena redução na eficiência do reator UASB causada pela recirculação, provavelmente associada ao incremento da velocidade ascensional, embora a eficiência global do sistema tenha apresentado melhores resultados na configuração com recirculação.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto, reator anaeróbio, filtração biológica, meio suporte plástico.

INTRODUÇÃO

De acordo com os dados apresentados pela Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (IBGE, 2002), de um total de 9.848 distritos brasileiros, apenas 42% contam com redes coletoras, e desse montante, apenas 33% contam com algum tipo de tratamento. Apresenta, ainda que dos 5.561 municípios, 91% são considerados pequenos, apresentando populações inferiores a 50.000 habitantes.

Com base neste cenário e em publicações como Chernicharo (2001), Lettinga (1995) e Van Haandel & Lettinga (1994), entende-se que a condição brasileira impõe aos sistemas de tratamento algumas características indispensáveis, tais como: baixo custo de implantação, baixo requisito de energia, simplicidade operacional, baixo requisito de área e eficiência adequada para atendimento às normas ambientais.

Estas necessidades são ratificadas por Roque (1997), ao destacar que os processos de tratamento devem atender às características econômico-financeiras brasileiras, devendo conjugar baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e sustentabilidade do sistema como um todo.

Segundo Coura & Van Haandel (1999) a associação entre sistemas anaeróbios e aeróbios representa uma alternativa viável para sistemas de tratamento de esgotos, por aliar baixos custos de implantação, satisfatória eficiência e simplicidade operacional.

Dentre os sistemas anaeróbios de tratamento, pode-se destacar o reator UASB, que promove o tratamento dos esgotos através do desenvolvimento de um lodo granular com elevada capacidade de sedimentação, formando um leito e uma manta de lodo, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Como o esgoto entra pelo fundo do reator, ocorre a mistura do substrato e da biomassa através do fluxo ascendente e das bolhas de gás produzidas no interior do reator (CHERNICHARO, 1997).

O filtro biológico aeróbio, também conhecido como trickling filter, é uma variante das tecnologias de tratamento baseadas em reatores aeróbios com biofilme. Nesses reatores, a biomassa cresce aderida a um meio suporte, podendo chegar a concentrações bastante elevadas. Sua utilização é adequada para o tratamento de esgotos com variações de cargas orgânicas e hidráulicas, além de possuir simplicidade operacional e baixos requisitos de energia. (METCALF & EDDY, 1991).

No biofilme, os compostos necessários para o desenvolvimento bacteriano, como matéria orgânica, oxigênio, e micronutrientes, são adsorvidos à superfície e transportados no biofilme por mecanismos de difusão, sendo metabolizados pelos microrganismos (IWAI e KITAO, 1994).

Segundo Jordão & Pessoa (1995), pedregulhos, cascalhos, pedras britadas, materiais plásticos e escória são materiais tradicionalmente utilizados como meio suporte nos filtros biológicos aeróbios, estando, no entanto, o crescimento da biomassa diretamente relacionada à área específica do material.

O meio suporte utilizado no sistema estudado foram aparas de plástico provenientes do refugo de uma indústria de embalagens destinadas a produtos alimentícios.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um sistema de tratamento de esgoto sanitário composto por reator UASB seguido de filtro biológico aeróbio, em escala piloto, utilizando como meio suporte refugo de indústria de plástico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma instalação experimental em escala piloto montada na ETE Barreira do Triunfo, Juiz de Fora/MG. O esgoto afluente ao sistema estudado advinha do tanque de equalização da ETE, após ter passado pelas operações unitárias de gradeamento, desarenação e equalização.

A Tabela 1 apresenta as concentrações médias mensais de DBO e DQO do esgoto bruto durante o ano de 2003, bem como a relação DQO/DBO.

Tabela 1: DBO e DQO do esgoto bruto			
Mês	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO/DBO
jan/2003	378	669	1,77
fev/2003	460	1012	2,20
mar/2003	493	858	1,74
abr/2003	255	891	3,49
mai/2003	300	994	3,31
jun/2003	310	943	3,04
jul/2003	297	861	2,90
ago/2003	320	930	2,91
set/2003	255	1028	4,03
out/2003	285	1018	3,57
nov/2003	493	1109	2,25
dez/2003	390	740	1,90
Médias	353	921	2,76

A instalação piloto foi constituída de tanque de controle de vazão, reator UASB, filtro biológico aeróbio e decantador secundário. Na figura 1, está apresentado, de forma esquemática, o aparato experimental e os pontos de amostragem 1, 2 e 3, correspondentes ao esgoto bruto, ao efluente do UASB e ao efluente final, respectivamente.

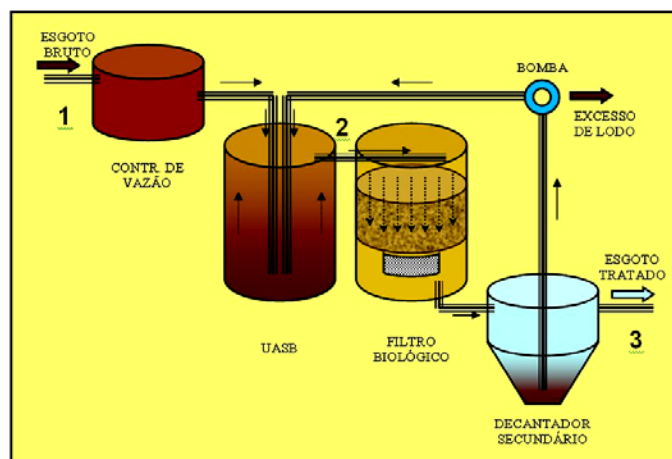


Figura 1: Esquema de montagem do modelo.

O sistema foi montado utilizando-se bombonas de polietileno de 30 L, bombas centrífugas, tubulações, registros e conexões em PVC, como pode ser observado na figura 2.

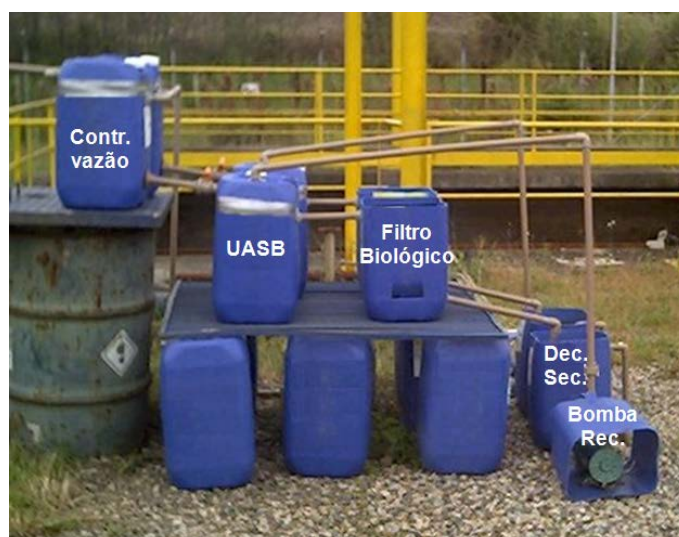


Figura 2: Aparato experimental em escala piloto.

O início da operação se deu em janeiro de 2004 e o sistema foi monitorado até abril do mesmo ano. Para inoculação dos reatores UASB foi utilizado lodo aeróbio da ETE, que apesar de não ser o mais indicado para a partida do UASB, propiciou a formação de um lodo granular consistente após cerca de dois meses de aclimação.

O material plástico utilizado como meio suporte do filtro biológico aeróbio foi homogeneizado e disposto de forma aleatória no interior do filtro, tendo sido determinado seu peso específico de 58 kg/m³.

Com o objetivo de se garantir uma maior clareza de resultados, foram montadas duas linhas de tratamento em paralelo, uma com e outra sem recirculação de lodo secundário para o interior do UASB.

Para controle do fluxo afluyente ao sistema foram instalados registros na saída dos tanques de controle. Estes tanques mantinham, no seu interior, o nível de líquido constante graças a um extravasor que descartava constantemente a vazão excedente.

A abertura do registro foi calibrada, utilizando-se medição em balde graduado, para manter uma vazão constante de 72 L/d. Com esta vazão, o tempo de detenção hidráulica no UASB foi de 10 h, e, no filtro biológico, a Taxa de Aplicação Superficial foi de 1,0 m³/m².d e a Carga Orgânica Volumétrica média de 0,46 kg DBO/m³.d.

Para garantir uma vazão o mais constante possível, esta foi aferida diariamente e corrigida, se necessário.

Na primeira etapa, ambas as linhas de tratamento funcionaram com as mesmas características: vazão, carga orgânica e recirculação nula, produzindo, para estas condições, resultados bastante semelhantes.

Na etapa subsequente, uma das linhas manteve-se inalterada, para fins de comparação, enquanto a outra passou a ter o lodo recirculado para o interior do UASB.

Na linha sem recirculação o lodo acumulado no decantador secundário foi removido e descartado manualmente, enquanto na linha com recirculação, foi adotada uma taxa de recirculação de 50%.

Foram realizadas análises semanais dos parâmetros DBO, DQO e SST, conforme procedimentos estabelecidos por *Water Environment Federation* (1995), nos pontos 1, 2 e 3, correspondentes ao esgoto bruto, ao efluente do UASB e ao efluente final, respectivamente.

RESULTADOS

Durante o funcionamento do sistema, foram monitorados os parâmetros DBO, DQO e SST em cada ponto de amostragem. As médias das concentrações e respectivos desvios padrão são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Concentrações de DBO, DQO e SST, em mg/L.

Parâmetro	Sem recirculação			Com recirculação		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
DBO	330,6 ± 47,4	174,2 ± 41,4	137,8 ± 25,9	330,6 ± 47,4	197,0 ± 35,6	118,2 ± 22,1
DQO	803,0 ± 331,5	578,4 ± 262,6	402,2 ± 206,5	803,0 ± 331,5	546,2 ± 228,7	359,0 ± 178,6
SST	311,0 ± 35,5	108,0 ± 10,3	71,2 ± 9,5	311,0 ± 35,5	118,4 ± 10,1	68,4 ± 15,8

A partir dos dados de concentração de DBO, DQO e SST, foram calculadas as eficiências de remoção do reator UASB, do filtro biológico aeróbio e do conjunto reator UASB + filtro biológico aeróbio. As médias das eficiências e respectivos desvios padrão são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Eficiências remoção de DBO, DQO e SST, em %.

Parâmetro	Sem recirculação			Com recirculação		
	Ef UASB	Ef FBA	EF Total	Ef UASB	Ef FBA	EF Total
DBO	47,8 ± 5,3	20,2 ± 3,9	58,5 ± 2,6	40,7 ± 2,2	39,8 ± 6,1	64,3 ± 3,6
DQO	28,7 ± 2,7	31,2 ± 5,6	50,8 ± 5,6	32,0 ± 1,9	35,3 ± 5,4	56,0 ± 4,3
SST	65,0 ± 4,1	34,1 ± 5,7	77,1 ± 2,4	61,5 ± 5,6	42,3 ± 11,9	78,1 ± 3,1

Com respeito às eficiências obtidas no reator UASB, pode-se verificar que a configuração sem recirculação apresentou resultados levemente superiores à linha de tratamento com recirculação, especialmente nos parâmetros DBO e SST. Isto provavelmente associados ao incremento da velocidade ascensional no UASB causada pela recirculação.

Apesar disto, as eficiências alcançadas pelo filtro biológico aeróbio foram superiores, considerando os três parâmetros analisados, no sistema com recirculação de lodo, sendo mais clara a relação entre a recirculação e a melhoria de desempenho desta unidade.

Ao longo do período de operação do sistema, o biofilme se manteve bem aderido ao meio suporte, sem ocorrência de perda de biomassa causada por cisalhamento da camada biológica com o escoamento do efluente a ser tratado.

O meio suporte estudado se comportou bem quanto à capacidade de aderência do biofilme, não tendo sido observada qualquer tendência de colmatação ou desprendimento da biomassa.

Quando comparadas as eficiências do conjunto reator UASB + filtro biológico aeróbio, nas configurações com e sem recirculação, também é possível identificar um melhor desempenho global associado à recirculação de lodo. Esta melhora pode estar relacionada ao aumento do tempo de residência celular que a recirculação do lodo proporciona ao sistema.

As eficiências encontradas não diferem tanto de estudos realizados por Aisse et al. (2001), que monitoraram um reator UASB seguido de filtro biológico aerado, em escala piloto, sem recirculação e encontraram eficiências de 71,6% (DQO) e 64,3% (SST).

No entanto, estão bem abaixo dos resultados encontrados por Bof et al. (1999), que também associaram, em escala piloto, um reator UASB a um filtro biológico aerado e obtiveram eficiências de 93% (DBO), 89% (DQO) e 92% (SST) ou pela publicação de Nascimento et al. (2000), que avaliaram um sistema composto por reator UASB seguido de filtro biológico aeróbio, encontrando eficiências variáveis de 69 a 91% (DQO), relacionados a choques de carga hidráulica.

A reduzida altura do reator UASB e do filtro biológico aeróbio, bem como a ausência defletores no UASB para minimizar o arraste de sólidos podem ter comprometido o desempenho do sistema.

CONCLUSÕES

O sistema reator UASB seguido de filtro biológico aeróbio sem recirculação de lodo obteve eficiências de $58,5 \pm 2,6\%$, $50,8 \pm 5,6\%$ e $77,1 \pm 2,4\%$, para DBO, DQO e SST, respectivamente.

O sistema com recirculação de lodo obteve eficiências de $64,3 \pm 3,6\%$, $56,0 \pm 4,3\%$ e $78,1 \pm 3,1\%$, para DBO, DQO e SST, respectivamente.

A recirculação de lodo melhorou a eficiência global do sistema, provavelmente pelo aumento do tempo de residência celular que a recirculação proporciona ao sistema.

As aparas de material plástico, utilizadas como meio suporte, se mostraram adequadas a este fim, tendo se comportado bem quanto à capacidade de aderência do biofilme, não tendo sido observada qualquer tendência de colmatação ou desprendimento da biomassa.

O retorno do lodo secundário para o reator UASB não causou efeitos negativos ao sistema, sendo uma solução viável para a digestão do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AISSE, M.M.; LOBATO, M.B.; BONA, A.; GARBOSSA, L.H.P.; JURGENSEN, D. & ALÉM SOBRINHO, P., 2001. Avaliação do sistema reator UASB e filtro biológico aerado submerso para o tratamento de esgoto sanitário. In: 21o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Rio de Janeiro: Abes.
2. CHERNICHARO, C.A.L., 1997. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol.4. Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte: DESA-UFMG.
3. CHERNICHARO, C.A.L. (coord.), 2001. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Projeto PROSAB.
4. COURA, M.A. & VAN HAANDEL, A.C., 1999. Viabilidade técnica e econômica do digestor anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) no sistema anaeróbio/aeróbio. In: Anais: 20.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Rio de Janeiro: Abes.
5. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2002. Pesquisa Nacional do Saneamento Básico. Brasília.
6. IWAI, S. & KITAO, T., 1994. Wastewater treatment with microbial films. Lancaster: Technomic Publishing Co.
7. JORDÃO, E.P. & PESSOA, C.A., 1995. Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: ABES.
8. LETTINGA, G., 1995. Introduction. In: International course on anaerobic treatment. Wageningen Agricultural University. IHE Delft.
9. METCALF & EDDY, 1991. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. New Delphi: Mc Graw-Hill.
10. NASCIMENTO, M.C.P.; CHERNICHARO, C.A.L.; MOURA, J.C.R. & CASTRO, L., 2000. Comportamento de um sistema UASB/Filtro Biológico Aeróbio quando exposto a choques de carga hidráulica. In: XXVII Congresso interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Rio de Janeiro: Abes.
11. WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21.ª ed. USA: WEF.

12. ROQUE, O.C.C., 1997. Sistemas alternativos de tratamento de esgoto aplicáveis às condições brasileiras. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: ENSP / FIOCRUZ.
13. VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G., 1994. Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente. Ed. Epigraf.