



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-029 – PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE REATOR UASB UTILIZANDO FILTRO BIOLÓGICO AERADO SUBMERSO COM ENCHIMENTO ALTERNATIVO

Márcia Cristine Rôlo⁽¹⁾

Engenheira Civil (FET/UNESP). Especialista em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental (FSP/USP). Mestre na área de Saneamento pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP).

Pedro Alem Sobrinho⁽²⁾

Engenheiro Civil (EESC/USP) e Engenheiro Sanitarista (FHSP/USP). MSc em Saneamento (Universidade de Newcastle upon Tyne, Inglaterra). Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP

Endereço⁽¹⁾: Rua Cristiano Viana, 455 – apto 121 - Jardim América - São Paulo - SP - CEP: 05411-000 - Brasil - Tel: (11) 3085.8171

 marcia.rollo@itelefonica.com.br

RESUMO

Este trabalho objetivou a avaliação de um filtro biológico aerado submerso (FBAS), principalmente na remoção de matéria orgânica e de surfactantes, atuando como unidade de pós-tratamento de efluente de reator UASB. O emprego dessa concepção para o tratamento de esgoto sanitário predominantemente doméstico vem despertando grande interesse no Brasil. A eficiência do reator UASB, atuando como único estágio de tratamento, tem se mostrando insuficiente para que o efluente, em muitos casos, possa ser descarregado em corpos receptores atendendo aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. O FBAS vem se mostrando uma alternativa bastante promissora para o pós-tratamento de efluentes dos reatores UASB. O estudo foi desenvolvido numa unidade em escala piloto, constituída por um FBAS com um volume útil de 605 L, seguido de decantador, tratando o efluente de um reator UASB de 25 m³ de volume útil, operando com tempo de detenção de 8 horas. A duração da fase experimental foi de dois anos, possibilitando o estudo de três regimes operacionais. Foram realizadas análises de DQO, DBO, sólidos, nitrogênio amoniacal e Kjeldahl, nitrato, nitrito, alcalinidade e surfactantes. As taxas médias de aplicação superficial (em relação à área superficial do material de enchimento) de matéria orgânica foram de 14gDQO/m².dia, 21gDQO/m².dia e 28gDQO/m².dia, este último com retorno de lodo do decantador secundário para a entrada do FBAS à razão de 25%. As eficiências médias obtidas na remoção de DQO foram de 74%, 77% e 79%, para um efluente final com concentrações médias de DQO de 38 mgO₂/L, 47 mgO₂/L e 60 mgO₂/L. Foram obtidas eficiências médias: na remoção de SST de 83%, 88% e 92%; na remoção de SSV de 83%, 88% e 95%; na remoção de nitrogênio total kjeldahl de 9%, 21% e 29%, com N amoniacal sempre superior a 25 mg/l; e na remoção de surfactantes 50% e 86% nos regimes avaliados. O estudo permitiu concluir que o FBAS apresentou um desempenho satisfatório como unidade de pós-tratamento de reator UASB e para as condições operacionais a que foi submetido. O aumento de eficiências de remoção observados com o aumento da taxa de aplicação superficial ocorreu devido ao aumento das concentrações no afluente as FBAS para as taxas mais altas. O regime operacional no qual foi realizada a recirculação do lodo do decantador à entrada do FBAS, com uma taxa de 25%, foi o regime que apresentou o melhor desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgoto, Tratamento de Águas Residuárias, Filtro Biológico Aerado Submerso, Pós-tratamento.

INTRODUÇÃO

As configurações de sistemas de tratamento de esgotos, com associação de processos biológicos anaeróbios (reatores UASB) a processos biológicos aeróbios e físico-químicos como pós-tratamento, têm se mostrado uma alternativa

atraente, em muitos casos, para a adequação do efluente aos padrões exigidos pela legislação ambiental.

Tendo em vista as vantagens dos reatores anaeróbios, é de fundamental importância que as unidades de pós-tratamento desses reatores também sejam simples e de baixo custo. Assim, é de interesse se conhecer melhor o comportamento de uma configuração onde se empregue um filtro biológico aerado submerso como unidade de pós-tratamento de um reator UASB.

Tem-se ainda, nessa configuração, a vantagem de se encaminhar o lodo resultante do tratamento aeróbio para estabilização no reator UASB. Além da remoção da matéria orgânica carbonácea, em configurações híbridas de sistemas, procura-se obter a remoção de outros poluentes presentes nessas águas residuárias; dentre eles destacam-se os compostos nitrogenados e os detergentes sintéticos, que em sua formulação apresentam basicamente surfactantes e aditivos.

Este trabalho teve por objetivo principal a avaliação do desempenho e da viabilidade operacional de um filtro biológico aerado submerso (FBAS), utilizando material alternativo como meio suporte, no pós-tratamento do efluente de um reator UASB visando a adequação do efluente final aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental e a minimização da formação de espumas no efluente final e corpo receptor, através de um sistema com custos operacionais e energéticos reduzidos.

Foram estudadas as características do material utilizado como enchimento do filtro biológico aerado submerso e foi avaliada o desempenho do filtro biológico aerado submerso em relação à remoção de matéria orgânica e de sólidos suspensos, à ocorrência da nitrificação na unidade e à remoção de surfactantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade experimental está implantada nas instalações do Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH), localizado na Av. Professor Lúcio Martins Rodrigues, no Campus da Universidade de São Paulo. Nas instalações do CTH foi construído um reator UASB, que é o responsável pelo tratamento biológico anaeróbio das águas residuárias afluentes ao FBAS.

O efluente desse reator UASB era enviado a um reservatório de distribuição que alimenta uma série de outras unidades experimentais que vem sendo objeto de estudos de pesquisadores, notadamente os da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dentre essas unidades experimentais está o filtro biológico aerado submerso (FBAS), que foi o principal elemento deste trabalho.

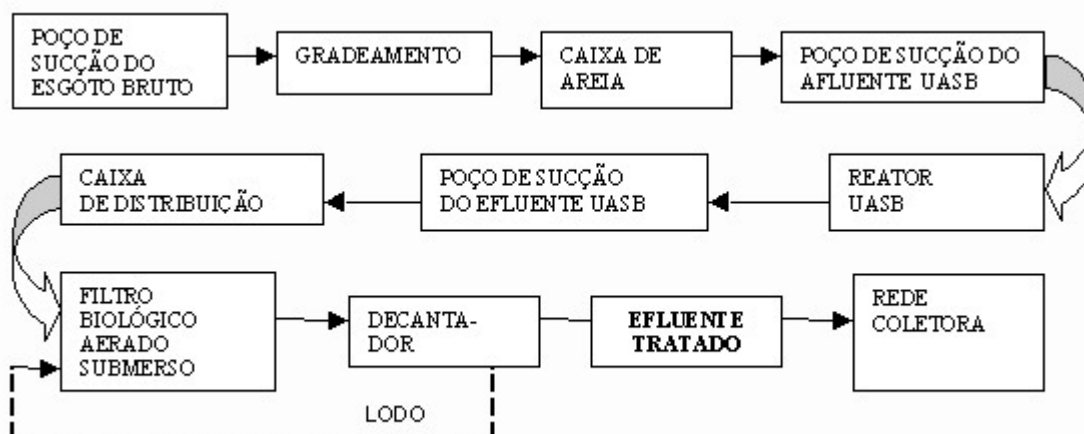


Figura 1. Esquema das unidades do sistema de tratamento

O reator UASB foi construído com um tubo de aço, com altura total de 6,0 metros e diâmetro de 2,5 metros. A altura útil do reator é de 5,0 metros, resultando em um volume útil de 24,54 m³. A alimentação do reator era mantida constante com uma vazão de 3m³/h, proporcionando um tempo de detenção hidráulico de aproximadamente 8 horas.

O filtro biológico aerado submerso (FBAS) foi construído em acrílico, com forma de prisma retangular com seção transversal de 32 cm de largura e 98 cm de comprimento. A altura total do reator é de 2,0 metros. A borda livre tem 6 cm e a espessura da base, 1 cm, proporcionando assim uma altura útil do reator de 1,93 metro, sendo o volume total de líquido no reator de 605 litros.

A alimentação de esgoto e o suprimento de ar ao filtro biológico aerado submerso foram feitos pela base do reator, a fim de que atravessassem o leito em fluxo ascendente. O ar foi fornecido por um compressor. O enchimento utilizado foi constituído por recipientes plásticos de uma bebida (leite fermentado com lactobacilos) da empresa Yakult ("copinhos de Yakult"); os copinhos utilizados haviam sido rejeitados pelo controle de qualidade da empresa e fornecidos para a realização do experimento com o fundo removido.

A altura total do leito fixo é de 1,60 metros, sendo que o início do leito fica a 30 cm do fundo do reator, onde existe uma grade feita em acrílico para sustentação do leito acima do ponto onde estavam as entradas de ar e de esgoto, para que dessa forma houvesse uma melhor distribuição do ar e do esgoto por toda a seção do leito fixo. O volume total do enchimento utilizado foi de 0,502 m³. Assegurou-se que o material permanecesse imobilizado ao se colocar uma grade fixa, também em acrílico, na extremidade superior do leito.

O decantador secundário, construído em acrílico, tem seção transversal constante com forma retangular, de largura igual a 80 cm e comprimento igual a 94 cm, perfazendo assim uma área superficial de 0,75 m². A altura útil da seção transversal constante é de 46 cm. O decantador possui quatro poços em forma de prisma piramidal para sedimentação e acúmulo do lodo; cada poço tinha uma altura útil de 31 cm e base com dimensões de 39 cm x 46 cm. O volume total de líquido no decantador era de 420 litros.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA UNIDADE EXPERIMENTAL

A unidade experimental foi operada por um período superior a dois anos (25/05/2001 à 31/05/2003), permitindo o estudo de três regimes operacionais com as seguintes características:

- Regime Inicial: vazão de alimentação de 7,38 m³/dia (5,12 L/min) com adequação do afluente do FBAS aos propósitos da pesquisa;
- Regime 1: vazão de alimentação de 7,38 m³/dia (5,12 L/min);
- Regime 2: vazão de alimentação de 7,38 m³/dia (5,12 L/min) com recirculação do lodo à entrada do FBAS com uma taxa de 25%.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Estudo do meio suporte utilizado no FBAS

Nos ensaios realizados para a determinação do índice de vazios do material de enchimento do FBAS obteve-se um índice de vazios médio de 97%.

Para a determinação da área superficial específica do meio suporte foram realizadas medições em que se obteve o valor de 147 m²/m³ para a área superficial específica do material utilizado como meio suporte do FBAS.

Remoção de Carga Orgânica

O parâmetro adotado para a avaliação da quantidade de matéria orgânica presente no afluente e no efluente da unidade experimental foi a DQO. Determinações de DBO foram realizadas esporadicamente, para o estabelecimento de termo para comparação com os valores definidos nas legislações ambientais, visto que a DBO é o parâmetro legal para o controle da poluição das águas, tanto na Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/1986, como no Decreto Lei nº 8.468/76 do Estado de São Paulo.

As taxas de aplicação superficial de matéria orgânica variaram no Regime Inicial de 3 a 27 gDQO/m².dia, com valor médio de 14 gDQO/m².dia; no Regime 1 de 14 a 28 gDQO/m².dia, com valor médio de 21 gDQO/m².dia e no Regime 2 a variação foi de 12 a 62 gDQO/m².dia, com valor médio de 28 gDQO/m².dia.

Apesar da grande variação na qualidade do afluente, observou-se que o FBAS promoveu a remoção da DQO em grau satisfatório nos três regimes avaliados, alcançando eficiências médias de remoção de 74%, 77% e 79%, correspondentes a manutenção do efluente final com concentrações médias de DQO de 38 mgO₂/L, 47 mgO₂/L e 60 mgO₂/L, para os regimes inicial, 1 e 2 respectivamente.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos valores médios da Demanda Química de Oxigênio, da Taxa de Aplicação Superficial e das Eficiências de Remoção nos Regimes Inicial, 1 e 2 de operação.

Tabela 1. Resumo dos valores médios da Demanda Química de Oxigênio Total, Taxa de Aplicação Superficial, Taxa de Remoção Superficial e Eficiências de Remoção nos Regimes Inicial, 1 e 2 de Operação para o FBAS

REGIME DE OPERAÇÃO	DQO ENTRA (mg/L)	FAIXA VARIACÃO DQO ENTRA (mg/L)	DESVIO PADRÃO DQO ENTRA (mg/L)	DQO SAÍDA (mg/L)	FAIXA VARIACÃO DQO SAÍDA (mg/L)	DESVIO PADRÃO DQO SAÍDA (mg/L)	CARGA DQO (gDQO/dia)	TAXA APLIC SUPERF (gDQO/m ² .dia)	TAXA REM SUPERF (gDQO/m ² .dia)	EFIC REM
REGIME INICIAL	145	31 - 271	65	38	29 – 124	32	1069	14	11	74%
REGIME 1	208	136 - 277	46	47	37 – 139	26	1537	21	16	77%
REGIME 2	282	115 - 619	115	60	42 - 189	34	2082	28	22	79%

As taxas de aplicação superficial de matéria orgânica variaram no Regime Inicial de 3 a 27 gDQO/m².dia, com valor médio de 14 gDQO/m².dia; no Regime 1 de 14 a 28 gDQO/m².dia, com valor médio de 21 gDQO/m².dia e no Regime 2 a variação foi de 12 a 62 gDQO/m².dia, com valor médio de 28 gDQO/m².dia.

Com os resultados das análises realizadas em laboratório e a vazão afluyente ao FBAS foram calculadas as taxas superficiais de remoção correspondentes às taxas superficiais aplicadas. As Figuras 2 a 4 apresentam graficamente esses valores para cada regime de operação.

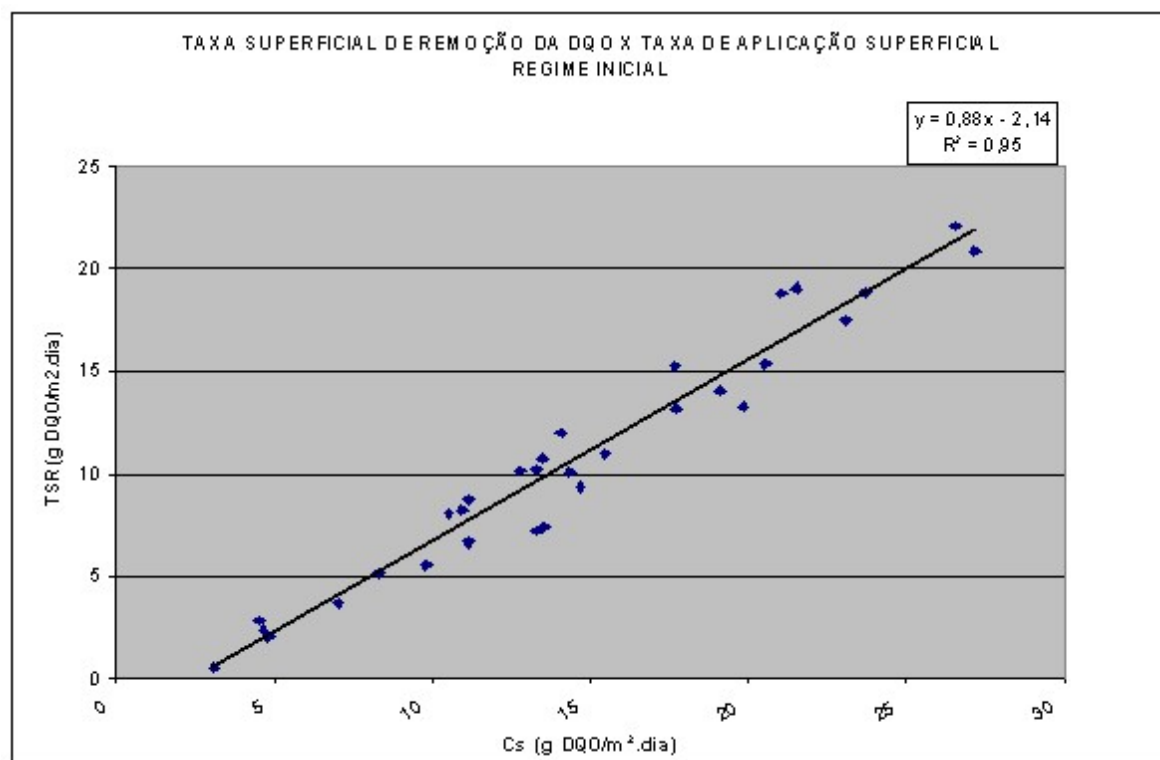


Figura 2. Variação da Taxa Superficial de Remoção de DQO em função da Taxa de Aplicação Superficial no Regime Inicial de Operação.

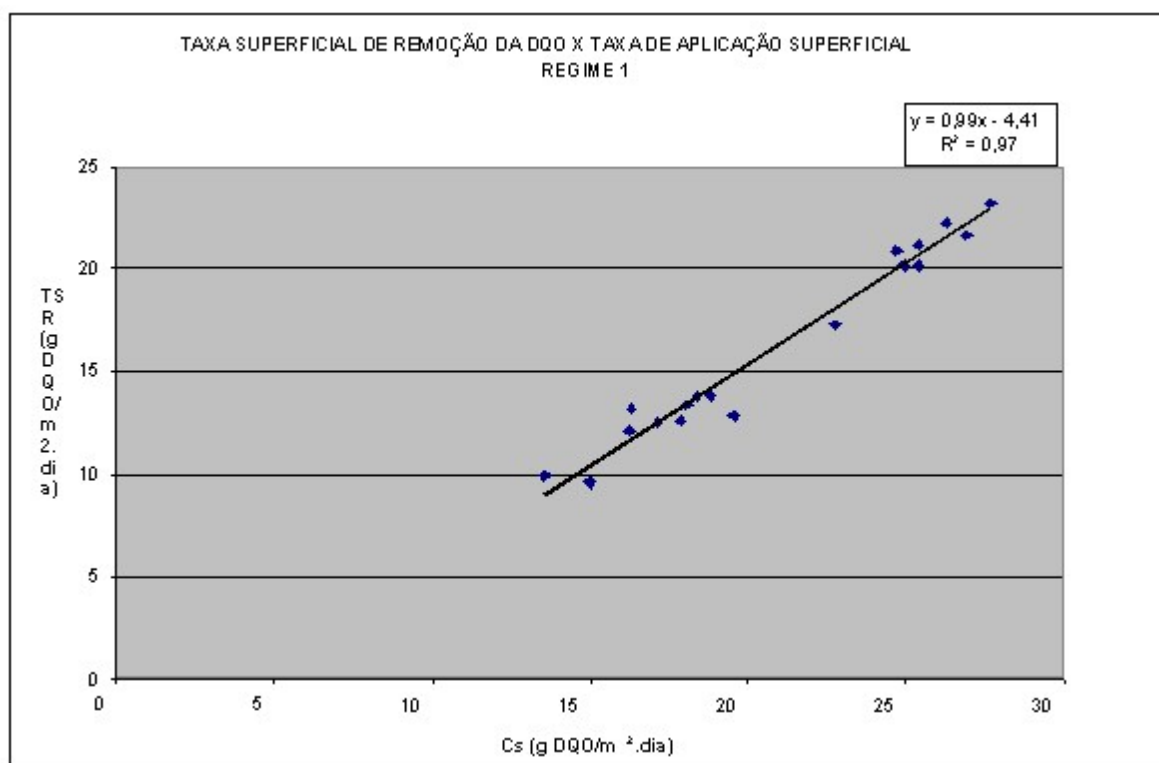


Figura 3. Variação da Taxa Superficial de Remoção de DQO em função da Taxa de Aplicação Superficial no Regime 1 de Operação

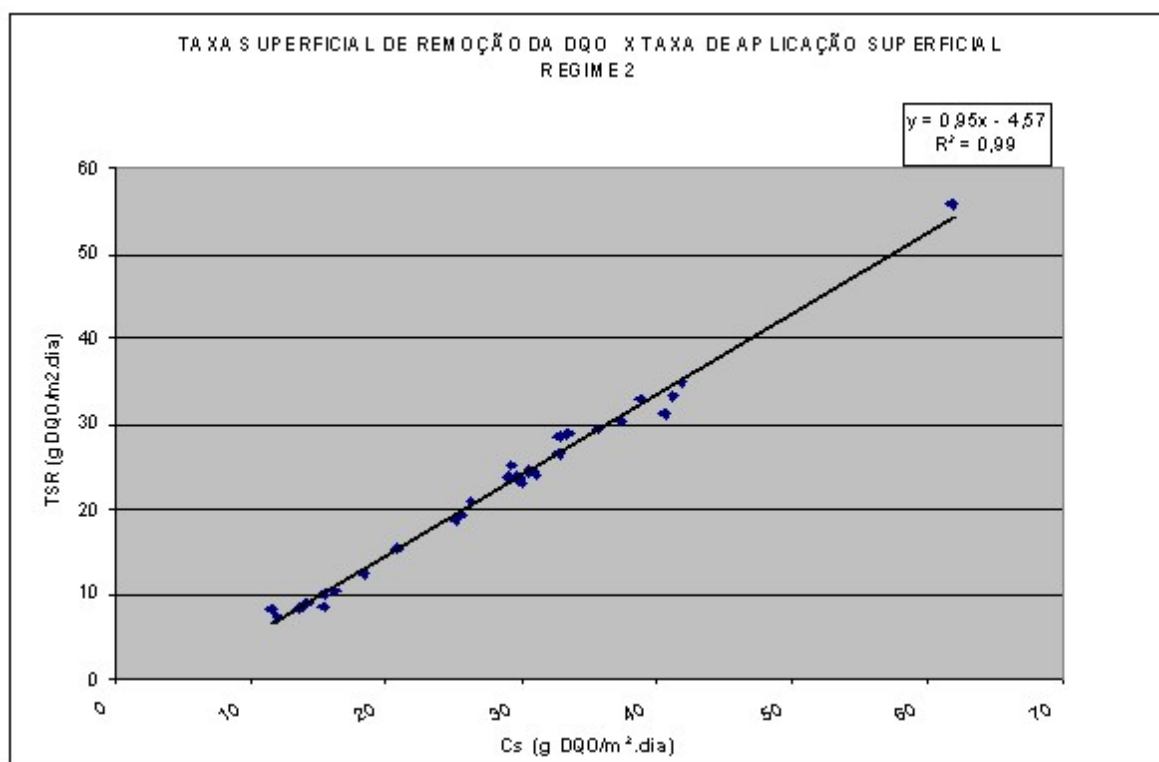


Figura 4. Variação da Taxa Superficial de Remoção de DQO Total em função da Taxa de Aplicação Superficial no Regime 2 de Operação.

Os valores de R^2 nas figuras 5.13 a 5.15 mostram que os pontos dos gráficos apresentam um elevado grau de aderência às respectivas retas representativas. As retas que correlacionam a taxa de remoção à taxa de aplicação demonstram que, nas faixas em que a pesquisa foi desenvolvida, as taxas de remoção de DQO cresceram linearmente com o aumento da

taxa superficial aplicada, indicando que o sistema esteve operando ainda com taxas inferiores à máxima taxa de remoção de substrato, podendo receber ainda taxas maiores de aplicação de carga orgânica superficial, sem perda de eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica.

Quanto à DBO, os valores determinados mostraram um afluente na faixa de 50 a 90 mgO₂/L e efluente sempre abaixo de 20 mgO₂/L. Assim, mesmo operando com taxa relativamente alta, o FBAS se mostrou uma boa alternativa para a remoção complementar de matéria orgânica, de efluentes de reatores UASB.

Remoção de Sólidos Suspensos

Foram realizadas determinações regulares dos Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Fixos (SSF) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) no afluente do FBAS, no efluente do FBAS e no efluente do decantador.

O FBAS operou durante os três regimes estudados com um tempo de detenção hidráulica de 118 minutos ($V_{\text{FBAS}} = 605 \text{ L}$ e $Q_{\text{FBAS}} = 5,12 \text{ L/min}$) e o decantador operou com tempo de detenção hidráulica de 68 minutos, desconsiderando-se o volume dos poços destinados ao acúmulo do lodo, ($V_{\text{ÚTIL DEC}} = 346 \text{ L}$ e $Q_{\text{DEC}} = 5,12 \text{ L/min}$).

A Tabela 2 apresenta um resumo das concentrações médias dos Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Fixos (SSF) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) no afluente do FBAS, no efluente do FBAS e no efluente do decantador nos Regime Inicial, 1 e 2 de operação, bem como os valores médios das eficiências de remoção obtidas.

Tabela 2. Resumo dos Resultados dos SST, SSF e SSV e Eficiências de Remoção nos Regime Inicial, 1 e 2 de Operação

REGIME DE OPERAÇÃO	SÓLIDOS SUSPENSOS ENTRADA (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENSOS SAÍDA FBAS (mg/L)			SÓLIDOS SUSPENSOS SAÍDA DEC (mg/L)			EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO (%)		
	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV	SST	SSF	SSV
REGIME INICIAL	100	43	57	46	22	24	17	7	9	83	83	84
REGIME 1	105	33	73	62	24	39	12	4	8	88	88	88
REGIME 2	180	52	128	86	25	61	15	3	12	92	95	91

Foram realizados testes para a determinação dos Sólidos Suspensos Voláteis no interior do FBAS, que resultaram na obtenção de concentrações médias de 848 mg/L durante o Regime 1 de Operação e de 1191 mg/L durante o Regime 2 de Operação. É importante destacar que os valores médios foram obtidos através de um pequeno número de observações.

Série de Nitrogênio

Uma das vantagens do processo do tratamento de esgotos sanitários em filtro biológico aerado reportada na literatura é a possibilidade de nitrificação, com a redução da concentração de amônia no efluente final. Para estudar as transformações que os compostos de nitrogênio sofreram durante o tratamento, foram realizadas análises de Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, Nitrito e Nitrato, tanto em amostras do afluente quanto do efluente da unidade experimental.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos valores médios do Nitrogênio Amoniacal, da taxa de aplicação superficial e das eficiências de remoção nos Regime Inicial, 1 e 2 de Operação.

A Tabela 4 apresenta um resumo dos valores médios do Nitrogênio Total Kjeldahl, da taxa de aplicação superficial e das eficiências de remoção nos Regime Inicial, 1 e 2 de Operação.

Tabela 3. Resumo dos valores médios do Nitrogênio Amoniacal, da Taxa de Aplicação Superficial e Eficiências de Remoção nos Regime Inicial, 1 e 2 de Operação

REGIME DE OPERAÇÃO	N-AMONIALAC ENTRADA (mg/L)	N-AMONIALAC SAÍDA (mg/L)	CARGA N-AMONIALAC (gN-NH ₃ /dia)	TAXA APLIC SUPERF (gN- NH ₃ /m ² .dia)
REGIME INICIAL	27	25	196	3
REGIME 1	44	33	326	4
REGIME 2	45	33	330	4

Tabela 4. Resumo dos valores médios do Nitrogênio Total Kjeldahl, da Taxa de Aplicação Superficial e Eficiências de Remoção nos Regime Inicial, 1 e 2 de Operação

REGIME DE OPERAÇÃO	N-NTK ENTRADA (mg/L)	N-NTK SAÍDA (mg/L)	CARGA N-NTK (gN-NTK /dia)	TAXA APLICAÇÃO SUPERFICIAL (gN- NTK /m ² .dia)	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO
REGIME INICIAL	25	23	186	3	9%
REGIME 1	46	37	342	5	21%
REGIME 2	54	39	400	5	29%

Para o Regime 2, observou-se início da nitrificação, com o efluente apresentando cerca de 5 mg N-NO₃/L, indicando que maiores níveis de recirculação, de modo a se aumentar a idade de lodo do FBAS pode levar a níveis mais elevados de nitrificação, podendo-se atingir os 5 mgN/L de nitrogênio amoniacal. Novas condições de operação, com aumento da recirculação de lodo e também da idade de lodo no sistema aeróbio serão parte do estudo complementar a este apresentado.

Remoção de Surfactantes

As concentrações médias de Surfactantes no afluente do FBAS foram de 4,7 mg/L e 4,9 mg/L e no efluente do FBAS de 2,3 mg/L e 0,7 mg/L, nos Regimes 1 e 2, respectivamente. Não foi possível a realização de análises das concentrações médias de Surfactantes no decorrer do Regime Inicial.

A Tabela 5 apresenta um resumo dos valores médios das concentrações de Surfactantes, da taxa de aplicação superficial e das eficiências de remoção nos Regime 1 e 2 de Operação.

Tabela 5. Resumo dos valores médios das concentrações de Surfactantes, da Taxa de Aplicação Superficial e Eficiências de Remoção nos Regime 1 e 2 de Operação

REGIME DE OPERAÇÃO	SURFACT ENTRADA (mg/L)	FAIXA VAR SURF ENTRA (mg/L)	DESVIO PADRÃO SURF ENTRA (mg/L)	SURFACT SAÍDA (mg/L)	FAIXA VAR SURF SAÍDA (mg/L)	DESVIO PADRÃO SURFACT (mg/L)	CARGA SURFACT (g/dia)	TAXA APLIC SUPERF (g/m ² .dia)	EFIC REM
REGIME 1	4,7	4,0 – 5,0	0,5	2,3	1,0 – 3,0	0,8	34	0,5	50%
REGIME 2	4,9	4,4 – 5,0	0,2	0,7	0,6 – 0,9	0,1	36	0,5	86%

Os resultados apresentados na Tabela 5 indicam que filtros biológicos operando com alta taxa, não são muito efetivos na remoção de surfactantes, produzindo efluentes com elevado potencial para gerar espumas. Para o Regime 1 deste trabalho, como para sistemas de filtros biológicos percoladores de alta taxa operados anteriormente na área de ETES Piloto da EPUSP, tratando efluentes de reatores UASB, observou-se a formação de espumas quando o efluente foi submetido a turbulências. Para o Regime 2, com recirculação do lodo retido no decantador secundário, a uma razão de 25%, que resultou em aumento da biomassa no FBAS, e consequentemente a idade do lodo do sistema, o problema de formação de espuma à saída do efluente deixou de existir.

ANÁLISE DOS REGIMES OPERACIONAIS

Com os testes realizados com o material do meio suporte utilizado no leito do filtro biológico aerado submerso (FBAS) obteve-se um índice de vazios de 97% e uma área superficial específica de 147 m²/m³.

No primeiro regime avaliado, a taxa média de aplicação superficial de matéria orgânica foi de 14gDQO/m².dia, compreendidas numa faixa de variação de 3g DQO/m².dia a 27g DQO/m².dia. A eficiência média obtida na remoção de DQO foi de 74%, correspondente a um afluente com concentração média de DQO de 145 mgO₂/L e de 38 mgO₂/L no efluente. A unidade experimental alcançou neste regime de operação uma eficiência média na remoção de SST de 83% e na remoção de SSV de 84%, com um efluente com concentração média de 17 mg SST/L e de 9 mg SSV/L. As eficiências médias de remoção de Nitrogênio foi muito reduzida, de apenas 9%, indicando um baixo crescimento biológico no FBAS, no caso devido à baixa concentração de matéria orgânica biodegradável afluente. Não foi possível a realização de análises das concentrações médias de Surfactantes no decorrer deste regime operacional.

Para o regime operacional 1, iniciado após a implantação da nova rede de esgotos para a alimentação do sistema de tratamento, quando então o reator UASB passou a ser alimentado com um afluente com concentrações superiores às que vinham se apresentando, o FBAS passou a apresentar um melhor desempenho. A taxa de aplicação superficial de matéria orgânica nesse regime variou de 14 g DQO/m².dia a 28 g DQO/m².dia, com uma média de 21g DQO/m².dia. A eficiência média obtida na remoção de DQO foi de 77%, correspondente a um afluente com concentração média de DQO de 208 mgO₂/L e de 47 mgO₂/L no efluente. A unidade experimental alcançou neste regime de operação uma eficiência média de 88% na remoção de SST e de SSV, com um efluente com concentração média de 12mg SST/L e de 8 mg SSV/L. A eficiência média de remoção de Nitrogênio Total Kjeldahl passou a apresentar valores mais altos e mais compatíveis com o tipo de tratamento utilizado, indicando a ocorrência de uma maior produção de biomassa de excesso (excesso de lodo) no FBAS. A concentração média de N amoniacal no efluente foi de 33 mgN/l, considerado ainda um valor muito alto. Iniciou-se o acompanhamento das concentrações de Surfactantes, que apresentou uma eficiência de remoção de 50% no decorrer deste regime operacional, correspondente a um afluente com concentração média de 4,7 mg/L e um efluente com 2,3 mg/L.

No regime operacional 2, no qual foi realizada a recirculação do lodo do decantador à entrada do FBAS com uma taxa de 25%, a taxa de aplicação superficial de matéria orgânica variou de 12 g DQO/m².dia a 62 g DQO/m².dia, com uma média de 28 g DQO/m².dia. A eficiência média obtida na remoção de DQO foi de 79%, correspondente a um afluente com concentração média de DQO de 282 mgO₂/L e de um efluente com concentração média de 60 mgO₂/L. A unidade experimental alcançou neste regime de operação uma eficiência média de 92% na remoção de SST e de 91% na remoção de SSV, com um efluente com concentração média de 15 mg SST/L e de 12 mg SSV/L. A eficiência média de remoção de Nitrogênio Total Kjeldahl passou a apresentar valores um pouco mais altos, ficando em 29%, e a concentração média de N amoniacal no efluente ficou em 33 mgN/l, que é considerado um valor ainda muito alto. Também, se observou alguma formação de nitrato, com média de 5 mgN-NO₃/l, indicando a ocorrência de um início de nitrificação no FBAS, resultante do aumento da biomassa (e da idade do lodo) no FBAS obtido com a recirculação do lodo. A eficiência na remoção de Surfactantes sofreu uma elevação significativa, sendo obtido um valor médio de 86%, para uma faixa de eficiências de 80% a 88%, correspondente a um afluente com concentração média de 4,9 mg/L e um efluente com 0,7 mg/L.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Determinações de DBO foram realizadas no decorrer de toda a fase experimental e efluente final da unidade apresentou concentrações inferiores a 20 mg/L em todas essas determinações, atendendo, com bastante folga, o limite estabelecido por alguns Estados, como padrão de lançamento de 60 mgO₂/L.

As correlações entre as taxas de remoção à taxa de aplicação superficial de DQO demonstram que, nas faixas em que a pesquisa foi desenvolvida, as taxas de remoção de DQO cresceram linearmente com o aumento da taxa superficial aplicada, indicando que o sistema esteve operando ainda com taxas inferiores à máxima taxa de remoção de substrato,

podendo receber ainda taxas maiores de aplicação de carga orgânica superficial, sem perda de eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica.

Dos regimes operacionais avaliados neste trabalho, o regime no qual foi realizada a recirculação do lodo do decantador à entrada do FBAS com uma taxa de 25%, foi o regime que apresentou o melhor desempenho, alcançando as melhores eficiências de remoção para todos os parâmetros analisados.

Embora confirmada a expectativa de se ter alguma nitrificação no FBAS com a recirculação do lodo do decantador à entrada do mesmo, com a taxa de recirculação de 25% utilizada, a concentração de N amoniacal no efluente ficou em média em 33 mgN/L, valor bem superior ao limite máximo estabelecido como padrão de lançamento na Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/1986 para a amônia, que é de 5 mg N/L (com proposta de mudança para 20 mg N/L).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o FBAS apresentou um bom desempenho na remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos operando com altas taxas e também de surfactantes com recirculação de lodo a uma taxa de 25%. Todavia, a nitrificação somente se iniciou, ainda que com baixa eficiência, quando se iniciou a recirculação de lodo, que resultou em um aumento da idade do lodo no FBAS. Os resultados indicam que um aumento na taxa de recirculação de lodo do decantador secundário para o FBAS, com controle do descarte de lodo do sistema deverá propiciar condições para a ocorrência de nitrificação mais efetiva no sistema.

Sugere-se a continuidade desse trabalho, principalmente no tocante ao incremento das taxas de recirculação do lodo, com aumento da idade de lodo no FBAS, para confirmação da melhoria na eficiência de nitrificação, com a adequação do efluente ao atendimento de todos os padrões legais de emissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEM SOBRINHO, P.; JORDÃO, E. P. Pós-tratamento de efluentes anaeróbios – uma análise crítica. In: CHERNICHARO, C. A. L., coordenador. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. PROSAB 2. Belo Horizonte: Segrac Ed., 2001. p. 491-513.
2. GONÇALVES, R.F.; CHERNICHARO, C.A.L.; ANDRADE NETO, C.O.; ALEM SOBRINHO, 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, coordenador. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. PROSAB 2. Belo Horizonte: Segrac Ed., 2001. p. 171-278.