



II-117 - REMOÇÃO CONCOMITANTE DE SULFATO E MATÉRIA ORGÂNICA DE ÁGUAS CINZAS ATRAVÉS DE FILTROS BIOLÓGICOS NÃO AERADOS

Jeaninna dos Santos Freitas⁽¹⁾

Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Especialista em Conservação e Manejo da Diversidade Vegetal (UFES) e em Engenharia Sanitária e Ambiental (IFES). Pesquisadora de Desenvolvimento Técnico e Industrial C (DTI).

Ricardo Franci Gonçalves

Engenheiro Civil e Sanitarista - UERJ (1984), pós-graduado em Engenharia de Saúde Pública - ENSP/RJ (1985), DEA Ciências do Meio Ambiente - Universidade Paris XII, ENGREF, ENPC, Paris (1990), Doutor em Engenharia do Tratamento e Depuração de Águas - INSA de Toulouse, França (1993), Prof. Adjunto do DEA e do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental - UFES

Endereço⁽¹⁾: Rua Genserico Encarnação, 130, apto 403 – Mata da Praia - Vitória - ES - CEP: 29065-420 - Brasil - Tel: (27) 9985-8884 - e-mail: jeaninnasf@yahoo.com.br.

RESUMO

Uma etapa de tratamento não aerada, posicionada a montante de uma etapa aeróbia em estações de tratamento de águas cinzas (ETAC), mostrou ser estratégica para a viabilidade econômica de sistemas de reúso predial. Para afirmar isto, neste trabalho foi realizada a caracterização físico-química da água cinza bruta e dos efluentes dos filtros biológicos instalados anexos a uma estação de tratamento de águas cinzas localizada numa edificação residencial multifamiliar. Os resultados da pesquisa demonstraram boa eficiência de remoção de DQOtotal, DBO₅, SST e sulfato de águas cinzas brutas, mesmo trabalhando sob baixos TDHs, o que pode proporcionar significativa economia de energia elétrica em sistemas prediais de reúso de águas cinzas.

PALAVRAS-CHAVE: Água cinza, Filtros biológicos, Remoção, DQO, Sulfato.

INTRODUÇÃO

O problema da escassez da água já é uma realidade em várias cidades no Brasil e em diversas localidades do mundo. Sendo assim, é necessário o desenvolvimento de tecnologias simples e baratas para que se possa reaproveitar a água para usos menos nobres.

Para Eriksson et al. (2002), em edifícios residenciais de grande porte é possível o uso de águas cinzas provenientes do banho e da lavagem de roupas para suprir a demanda de consumo não potável da edificação. O tratamento para água cinza pode ser feita por processos simples como uma filtração ou por processos biológicos.

Para tanto, sabe-se que uma etapa de tratamento não aerada, posicionada a montante de uma etapa aeróbia em estações de tratamento de águas cinzas (ETAC), mostrou ser estratégica para a viabilidade econômica de sistemas de reuso predial deste tipo de água residuária. A redução do consumo de energia elétrica é o principal motivo desta combinação anaeróbio – aeróbio em ETACs, conforme demonstrado em diversas pesquisas realizadas em Vitória (ES) – Brasil, além de apresentarem características favoráveis tais como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos. Entretanto, devido às reduzidas relações DQO/Sulfato em águas cinzas brutas, não é possível se afirmar que processos concebidos previamente para funcionar sob condições anaeróbias realmente o façam.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo principal estudar a remoção de matéria orgânica (DQO) e sulfato de águas cinzas de filtros biológicos não aerados submetidos a diferentes cargas hidráulicas e orgânicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois filtros biológicos pilotos (FNA) idênticos foram instalados anexos a uma estação de tratamento de águas cinza (ETAC) existente em uma edificação residencial multifamiliar de alto padrão (Figura 1). Ambos foram construídos com tubulação de PVC, sendo dotados de um meio suporte granular, composto de pequenas peças de plástico corrugado com formato tronco-cilíndrico, com diâmetro de 25 mm e comprimento de 2 cm (Tabela 1). Os FNA são alimentados com águas cinza bruta (sem água de cozinha), provenientes dos lavabos, chuveiros, máquinas de lavar roupa e tanques da edificação residencial.

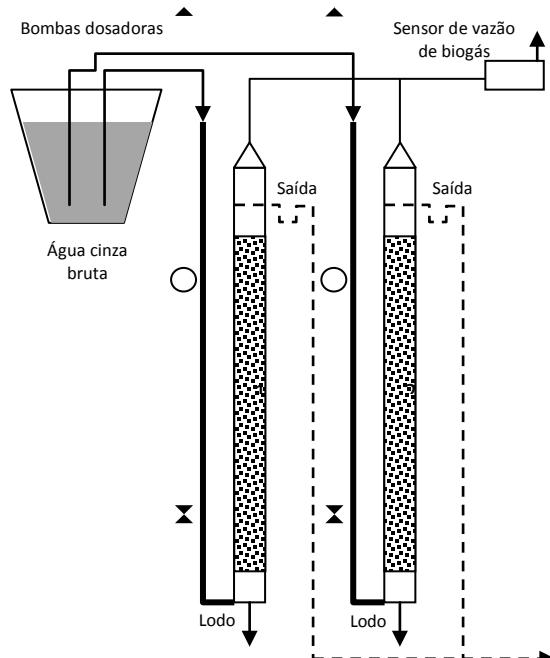


Figura 1: Esquema dos filtros não aerados.

Tabela 1: Características dos filtros biológicos não aerados.

Característica	Filtro Biológico
Altura total	2,0 m
Altura do leito filtrante	1,6 m
Diâmetro	150 mm
Volume útil	28 L
Fluxo do líquido	Ascendente

A etapa de partida dos filtros foi realizada no final de janeiro de 2011 com a inoculação de 9,8L de lodo anaeróbio, proveniente do reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) em escala real. Cada filtro foi alimentado com água cinza bruta proveniente da edificação residencial multifamiliar. Primeiramente, optou-se por uma vazão de 100 mL/min, com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 4,6 horas, resultando numa carga orgânica volumétrica de 0,99 Kg DQO/m³.d e velocidade ascensional de 0,3 m/h. As cargas hidráulicas foram reduzidas no FNA1 e aumentadas no FNA2.

Após o período inicial de partida dos filtros, o monitoramento foi desenvolvido com coleta de amostras compostas na entrada e na saída dos FNA, com frequência semanal, no período de fevereiro de 2011 a novembro de 2011. As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Saneamento Ambiental, do departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no Campus de Goiabeiras, Vitória-ES.

Os parâmetros relativos à fase líquida (Temperatura, pH, DBO₅, DQOtotal, DQO filtrada, SST, sulfato, sulfeto, alcalinidade total) foram analisados de acordo com as metodologias estabelecidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 21^a edição (APHA/ AWWA/ WPCF, 2005). O mesmo ocorreu com relação às fases sólida (lodo) e gasosa (biogás). Na primeira etapa operacional, os dois filtros foram alimentados com a mesma vazão constante. Na segunda etapa, os dois filtros foram alimentados com vazões variáveis a fim de avaliar a influência de choques hidráulicos e de matéria orgânica sob seus desempenhos. Para a avaliação da produção de biogás nos filtros, foi instalado um medidor de biogás, do tipo caçamba, com um visor. Esse medidor foi construído baseado no modelo da marca Ritter MilliGascounter. A análise estatística dos resultados físico-químicos foi realizada utilizando-se software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados conseguidos após 9 meses de operação (Quadro 1), indicaram que a concentração média de DQOtotal no afluente foi de 290 ± 126 mg/L e nos efluentes dos FNA1 e FNA2 de 100 ± 38 mg/L, 106 ± 47 mg/L, respectivamente (Figura 2). Os filtros FNA1 e FNA2 apresentaram eficiência média em termos de DQO total na ordem de 60 e 56%, respectivamente. Observa-se que as taxas de remoção de DQO dos efluentes foram muito próximas, assim como as cargas orgânicas, que tiveram médias de 0,05 e 0,09 Kg DQO/m³.d para os filtros FNA1 e FNA2, respectivamente.

Quadro 1: Principais resultados obtidos.

	Mês de Operação	TDH média (h)		Média DQO _{total} (mg/L)			% Eficiência	
		FNA1	FNA2	Água Cinza Bruta	FNA1	FNA2	FNA1	FNA2
Regime Permanente	2	2,3	2,3	264	94	67	60	71
	3	2,6	2,3	340	134	135	60	59
	4	2,7	2,1	208	84	125	45	31
	5	3,0	2,9	208	94	82	50	53
	6	3,8	2,2	254	99	92	51	58
	7	4,5	2,4	362	132	116	58	62
	8	6,8	2,0	257	87	110	66	57
	9	6,6	1,9	268	93	142	65	47

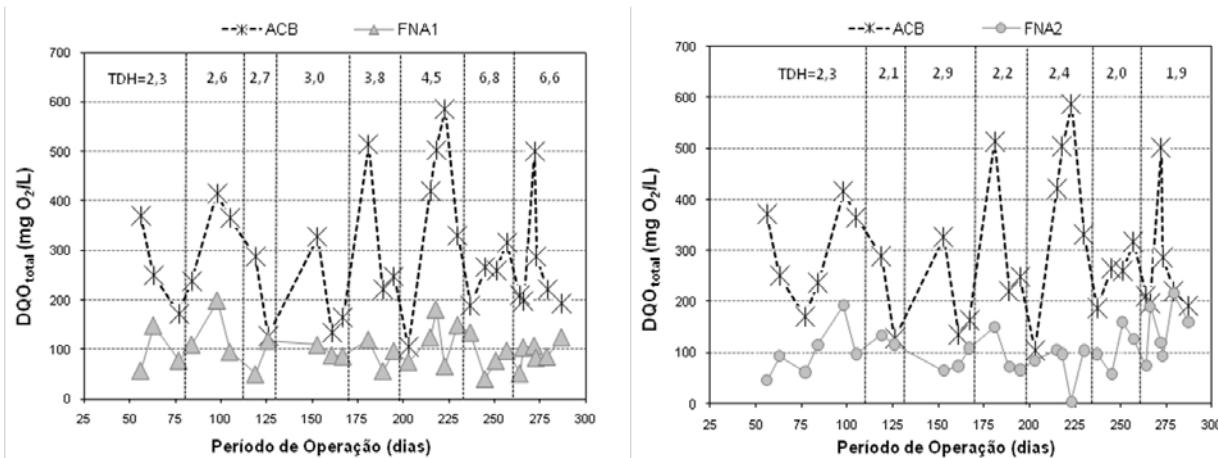


Figura 2: Séries históricas de desempenho dos FNA1 e FNA2 na remoção de DQOtotal.

Quanto aos compostos de enxofre nas águas cinzas brutas, as concentrações de sulfato variaram entre 4 e 574 mg/L. Estas altas concentrações se deve principalmente aos detergentes comumente utilizados em operações de limpeza nas residências, o que resultam em uma água residuária com uma relação DQO/Sulfato média de 4:1, francamente desfavorável ao crescimento de bactérias metanogênicas nos FNA. Águas residuárias tratadas por sistemas anaeróbios que apresentam relações DQO/sulfato menores que 10 podem ter o processo comprometido devido ao potencial de produção de sulfeto no reator, afetando diretamente a metanogênese (CHERNICHARO, 1997).

No FNA1, onde os TDH foram incrementados ao longo do experimento, a remoção de sulfato atingiu eficiência média de 84%. No efluente do FNA2, as concentrações de sulfato tiveram variação entre 0 a 237 mg/L, sob condições hidráulicas mais rigorosas do que as aplicadas no FNA 1 (Figura 3).

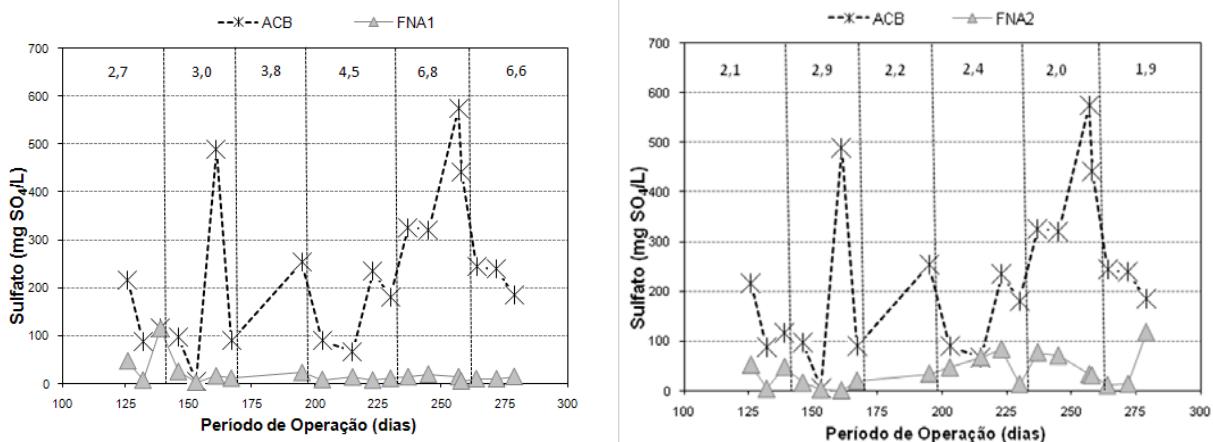


Figura 3: Séries históricas de desempenho dos FNA1 e FNA2 na remoção de sulfato.

Os resultados indicam uma independência do desempenho na remoção de DQOtotal dos filtros com relação ao Tempo de Detenção Hidráulica (TDH), o que contraria diversos autores que trabalharam com o mesmo tipo de processo tratando esgoto sanitário. A despeito do incremento do TDH de 2,3h para 4,5h, valores muito abaixo dos recomendados para a operação de FNA que tratam esgoto sanitário, o efluente final apresentou concentrações de DQOtotal em torno de 100 mg/L e eficiências da ordem de 50%, mesmo com significativas variações na qualidade da água cinza bruta. Este é um resultado particularmente interessante, pois indica que uma etapa não aerada pode funcionar sob TDH bastante reduzidos (volume útil reduzido) em ETACs, mantendo uma eficiência estável na remoção de DQO.

Por outro lado, a atuação das bactérias redutoras de sulfato (BRS) nos FNA foi capaz de gerar biogás com vazões relativamente próximas entre os dois processos (Figura 4). Considerando as eficiências médias nos dois FNA sob as diferentes condições operacionais, calculou-se uma produção relativa média de 220 L biogás/Kg de DQO_{total} removida. Análises cromatográficas do gás indicaram a reduzida presença de metano na sua composição química, confirmando a reduzida atividade metanogênica nos filtros.

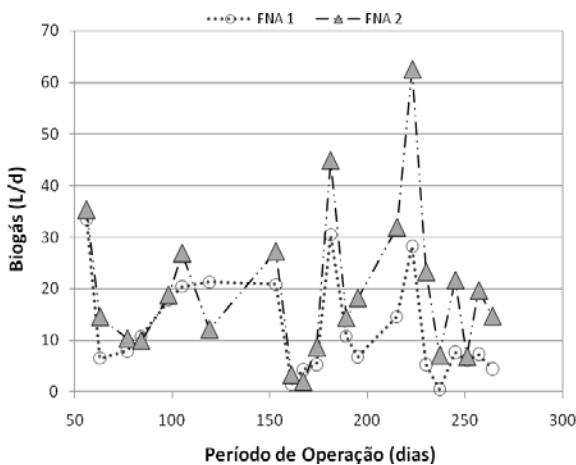


Figura 4: Séries históricas de produção de biogás nos dois FNA.

CONCLUSÕES

Os filtros biológicos não aerados são uma tecnologia simples e robusta, caracterizada pelo baixo custo de implantação, operação e manutenção, e que, sob altas cargas hidráulicas, demonstrou boa eficiência de remoção de DQOtotal, DBO₅ e SST de águas cinzas brutas. As eficiências máximas de remoção obtidas para DBO₅, DQO, SST e sulfato nos filtros FNA1 e FNA2 foram respectivamente: 87%, 51%; 89, 99%; 95%, 97% e 98 e 96%.

Os resultados deste trabalho indicam a possibilidade de instalação de FNA compactos em ETACs do tipo anaeróbio – aeróbio, com funcionamento sob TDHs inferiores a 3,0 e causando significativa economia de energia elétrica em sistemas prediais de reúso de águas cinzas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th ed., 2005.
2. CHERNICHARO, C.A.L. de. **Reatores anaeróbios**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: DESA, 1997.
3. ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H.; LEDIN, A. **A characteristics of grey wastewater**. Urban Water, v. 4, n. 1, p. 58 – 104, 2002.